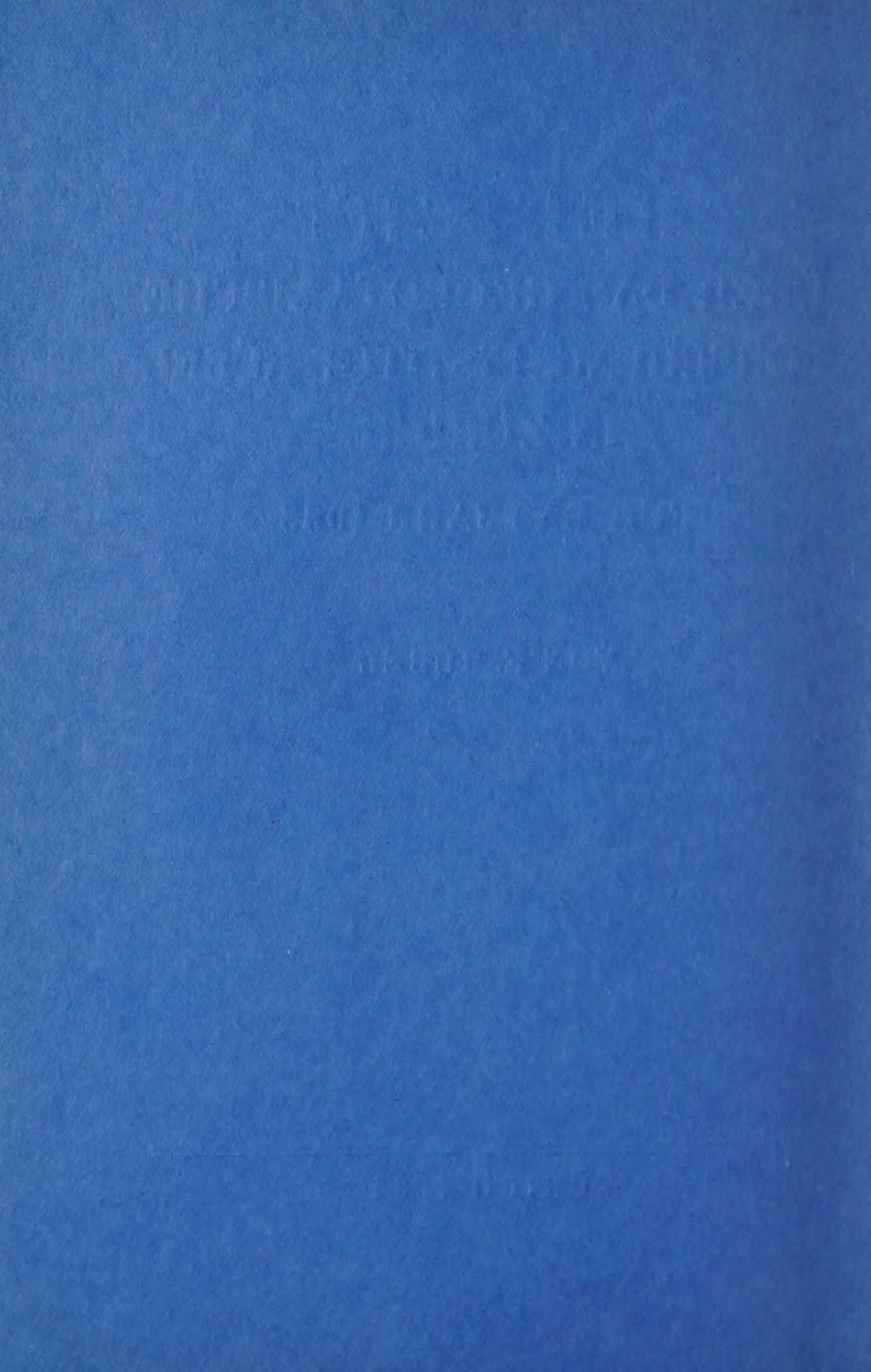
BERICHT
ÜBER DAS GEOBOTANISCHE FORSCHUNGSINSTITUT RÜBEL IN ZÜRICH

FÜR DAS JAHR 1933

VON E. RÜBEL



ZÜRICH 1934



BERICHT
ÜBER DAS GEOBOTANISCHE FORSCHUNGSINSTITUT RÜBEL IN ZÜRICH

FÜR DAS JAHR 1933

VON E. RÜBEL

ZÜRICH 1934

Buchdruckerei Berichthaus Zürich

INHALTSVERZEICHNIS



I. INSTITUTSTÄTIGKEIT

WISSENSCHAFTLICHE ARBEIT UND BENUTZUNG DES INSTITUTES.

Die laufenden wissenschaftlichen Arbeiten wurden weiter gefördert. Erste Ergebnisse der meteorologischen Messungen im Albisgebiet liegen jetzt vor und sind diesem Jahresberichte in knapper Zusammenfassung beigelegt. Im Alpengarten und in der Versuchsweide Schinigeplatte wurden die Untersuchungen weitergeführt und diese Höhe dreimal besucht (8.—19. VI., 11.—19. VIII., 28. IX.—2. X.). Zwecks Vervollständigung der ökologischen Daten über die Pflanzengesellschaften des Alpengartengebietes führten wir Taumessungen sowie Sickerversuche und Niederschlagsmessungen in den verschiedenen Pflanzengesellschaften aus. Zu Beginn des Jahres richteten wir an einem großen Apfelbaum des Institutgartens eine Station zur Untersuchung der Kleinstandorte ein. Zur Messung gelangten in verschiedenen Bodenhöhen und Expositionen Temperaturen, Luftfeuchtigkeit, Verdunstung, Lichtgenuß, Taubildung, abfließendes Regenwasser. Die Messungen wurden das ganze Jahr durch fortgeführt und finden ihre Fortsetzung auch im Jahre 1934. Gegen Ende des Jahres wurden in Zürich und Luzern kleinere Untersuchungen über die postglaziale Vegetationsentwicklung eingeleitet.

Professor Rübel beschäftigte sich auch mit der endgültigen Redaktion seiner Übersicht über die Pflanzengesellschaften der Schweiz. Wie in den vergangenen Jahren wurde ein Teil seiner Arbeitszeit durch die Leitung der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft beansprucht. An der Dresdener Tagung der Freien Vereinigung für Pflanzengeographie und systematische Botanik hielt er einen Vortrag über die Begriffe „Wiese" und „Matte", darlegend, daß diese Ausdrücke ursprünglich durchaus synonym waren, der eine alemannischer, der andere keltoburgundischer Sprache. Dr. Lüdi bereiste zweimal das Gebiet der Sigriswilerkette im Berneroberland, um seine Studie über Flora und Vegetation des Hohgantgebietes fertigstellen zu können, und suchte mehrmals das Große Moos im westschweize-

rischen Seelande auf, da die Untersuchungen über die Genesis dieses Moorgebietes sich schwieriger gestalteten, als vorauszusehen war, und viel Zeit wurde zur Durcharbeitung der dabei gewonnenen Materialien verwendet. Im April und Mai machte er eine Reise in die süditalienischen Gebirge, die vor allem dem Studium der Wälder gewidmet war. Ferner arbeitete der Assistent des Institutes, Dr. V. Vareschi, in seiner freien Zeit im Institut, wobei er von seiner Frau, H. Vareschi-Stierlen tatkräftig unterstützt wurde. Er beschäftigte sich mit Epixylen-Studien, mit pollenanalytischen Untersuchungen im Aletschgebiet und mit Versuchen zur Herstellung eines selbstregistrierenden Photometers.

Pflanzengeographische Kartographie.

Prof. Brockmann gibt uns folgenden Bericht: Die Ziele der kartographischen Arbeiten sind im letzten Jahresbericht dargestellt worden. Im vergangenen Jahre wurde in gleichem Sinne weiter gearbeitet; doch mußte Professor Brockmann die Arbeiten aus Gesundheitsrücksichten stark einschränken.

Benützung der Arbeitsplätze und der Hilfsmittel des Institutes.

Im Berichtsjahre erfuhren die Arbeitsmöglichkeiten unseres Institutes eine begrüßenswerte Erweiterung durch den Abschluß eines Vertrages mit dem Verein Alpengarten Schinigeplatte, durch den dem Institute im alpinen Laboratorium, das mit dem Alpengarten verbunden ist, ein Arbeitsplatz eingeräumt wurde. Forscher, die an unserem Institute arbeiten, erhalten dadurch für die Studien in alpiner Flora und Vegetation oder auch für ökologische Untersuchungen einen festen Stützpunkt in der alpinen Höhenstufe (2000 m), der durch die Bergbahn leicht erreichbar ist und keine großen Geldmittel erfordert.

Während der Monate Juli bis September arbeitete Herr Prof. H. Bär aus Dornbirn an unserem Institute. Er beschäftigte sich mit Pflanzensoziologie und studierte unsere Flora und Vegetation. Er benutzte auch unseren Arbeitsplatz im alpinen Laboratorium Schinigeplatte und bereiste verschiedene Gebiete der Schweizeralpen und des Mittellandes. Herr A. Lehmann aus Zürich beschäftigte sich während längerer Zeit mit der Bestimmung eines von ihm in Italien gesammelten Herbars, und gegen Ende des Jahres machte Herr Dr.

K. W. Benrath aus Königsberg Literaturstudien in der Bibliothek. Während einiger Zeit boten wir Herrn Ing. Ch. A. Kilias Gelegenheit, in einem Kellerraum Versuche über die eventuelle Einwirkung von Erdströmen auf Pflanzen auszuführen.

Das Besucherbuch weist 137 Namen auf. Wiederholt wurden die Gastzimmer benutzt, so auch von den Herren Prof. Bär und Dr. Benrath.

Der Sitzungssaal wurde wiederum der Zürcher Frauenzentrale (Gruppe VII) für ihre Sitzungen zur Verfügung gestellt. Am 8. November hielt die naturwissenschaftliche Vereinigung des zürcherischen Lehrervereins dort ihre Hauptversammlung ab, verbunden mit einem Vortrag von Herrn Prof. Dr. C. Schröter. Ferner wurde das geobotanische Kolloquium dort abgehalten.

Das Archivzimmer ist weiterhin vom Zentralvorstand der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft besetzt, der auch seine Sitzungen im Institute abhält.

Die Bibliothek lieh 106 Bände aus. Dazu kam die Benützung durch die Besucher, denen die Bibliothek frei zur Verfügung steht. Die Ausleihe von Instrumenten zu ökologischen Untersuchungen blieb gegenüber dem Vorjahre unverändert.

Forschungsbeiträge.

Herr Dr. Paul Keller in Teufen erhielt eine Subvention zur Fertigstellung seiner im Vorjahre angefangenen Untersuchung westschweizerischer Moore. Wir bringen eine kurze Zusammenfassung der Ergebnisse bei den wissenschaftlichen Beilagen zum Jahresbericht. Ferner wurden die von Herrn Prof. H. Bär ausgeführten Studien und Reisen vom Institute unterstützt. Herr Dr. V. Vareschi erhielt eine Subvention zur Durchführung von Arbeiten pollenanalytischer Art im Eise des Aletschgletschers.

Veröffentlichungen aus dem Geobotanischen Institut Rübel im Jahre 1933.

Veröff. 7. Heft: J. Braun-Blanquet und Eduard Rübel, Flora von Graubünden. 2. Lieferung (Seite 385—820). (Umfaßt die Dicotyledonen bis und mit den Rosaceen.)

Veröff. 10. Heft: Ergebnisse der internationalen pflanzengeographischen Exkursion durch Rumänien 1931, redigiert von E. Rübel (185 S.). (Enthält Arbeiten von acht Forschern, die unten aufgeführt sind.)

Bericht über das Geobotanische Forschungsinstitut Rübel in Zürich für das Jahr 1932 (63 Seiten mit fünf Originalbeiträgen, s. unten).

Verzeichnis der einzelnen Arbeiten:

1. Borza, Alexander: Über das Cerastium transsilvanicum Schur. Veröff. Geobot. Inst. Rübel, Heft 10 (Ergebnisse usw.), 54—64.
2. Braun-Blanquet, J., und Rübel, Eduard: Flora von Graubünden, 2. Lieferung. S. Veröff.
3. Bujorean, G.: Zwei extreme Standorte bei Cluj (Klausenburg). Veröff. Geobot. Inst. Rübel, Heft 10 (Ergebnisse usw.), 145—151.
4. Bujorean, G.: Beiträge zur Methodik der Taumessung. Bericht über das Geobot. Inst. Rübel 1932, 52—57.
5. Darstellung der Vegetation in den eidgenössischen Kartenwerken größeren Maßstabes. Bericht über das Geobot. Inst. Rübel 1932, 31—35.
6. Domin Karel: Die Vegetationsverhältnisse des Bucegi in den rumänischen Südkarpathen. Veröff. Geobot. Inst. Rübel, Heft 10 (Ergebnisse usw.), 96—144.
7. Frey, Eduard: Die Flechtengesellschaften der Alpen. Bericht über das Geobot. Inst. Rübel 1932, 36—51.
8. Krajina, Vladimir: Bemerkungen zur Verbreitung und Systematik einiger Arten der Gattung Festuca in den rumänischen Karpathen. Veröff. Geobot. Inst. Rübel, Heft 10 (Ergebnisse usw.), 26—53.
9. Lüdi, Werner: Keimungsversuche mit Samen von Alpenpflanzen. Mitt. Natf. Ges. Bern 1932, Sitzungsber. Bern. Bot. Ges. XLVI—L.
10. Lüdi, Werner: Pflanzengeographische Streifzüge im Hohgantgebiet. Mitt. Natf. Ges. Bern 1933, 135—188.
11. Nyárády, Erazmus Juliu: Über die alpinen Poa-Arten der südsiebenbürgischen Karpathen unter Berücksichtigung der übrigen Teile der Karpathen. Veröff. Geobot. Inst. Rübel Heft 10 (Ergebnisse usw.), 152—185.
12. Ochsner, F.: Verdunstungsmessungen an Epiphytenstandorten. Bericht über das Geobot. Inst. Rübel 1932, 58—63.
13. Pop, Emil: Chronik der 6. I.P.E. Veröff. Geobot. Inst. Rübel Heft 10 Ergebnisse usw.), 7—22.
14. Regel, Konstantin: Litauen und Rumänien, ein Vergleich. Veröff. Gebot. Inst. Rübel Heft 10 (Ergebnisse usw.), 65—95.
15. Rübel, Eduard: Geographie der Pflanzen. 3. Soziologie. Handwörterbuch der Naturwissenschaften 2. Aufl., 4. Band, 1044—1071.
16. Rübel, Eduard: Versuch einer Übersicht über die Pflanzengesellschaften der Schweiz. Bericht über das Geobot. Inst. Rübel 1932, 19—30.
17. Rübel, Eduard: Bericht der permanenten Kommission der I.P.E. Veröff. Geobot. Inst. Rübel Heft 10 (Ergebnisse usw.), 23—25.

18. Rübel, Eduard: Bericht des Zentralvorstandes der S.N.G. für das Jahr 1932. Verhandlungen der S.N.G. 1932, 17—23.
Rübel, Eduard, und Braun-Blanquet, J.: Flora von Graubünden. S. Nr. 2.

Veröffentlichung von Forschungen, die vom Institut subventioniert wurden.

Hierher sind zu rechnen von den obengenannten die Nummern 2, 4, 7, 10, 12.

VERWALTUNG UND INNERE TÄTIGKEIT DES INSTITUTES.

Bibliothek. Die Katalogisierung wurde fortgesetzt und das ganze Jahr hindurch kräftig gefördert, so daß auf Jahresschluß der größte Teil der Bibliothek katalogisiert ist. Doch bleibt für den innern Ausbau infolge der weitgehenden Unterteilungen des Sachkataloges noch eine große Kleinarbeit zu leisten. Im Berichtjahre wurden endgültig geordnet die Abteilungen 04 (botanische und andere naturwissenschaftliche Organisationen), 2 (regionale Botanik), 3 (angewandte Botanik), 4 (Taxonomie und Systematik), 6 (geographische Wissenschaften), 7 (Tierkunde), 8 (Menschenkunde), 9 (exakte Naturwissenschaften), H (Hilfsbücher). Die Abteilung 5 (Morphologie und Physiologie der Pflanzen) ist in Bearbeitung begriffen. Die Zahl der katalogisierten Nummern von Einzelschriften betrug auf Ende 1933 14902, was gegenüber dem Vorjahre eine Vermehrung von 2599 Nummern bedeutet, wovon 459 Neueingänge. 52 Einzelbände wurden gekauft. Ferner gingen ein (zum Teil durch Kauf, zum Teil durch Tausch) 576 Zeitschriftenhefte und 19 Nummern von größeren Lieferungswerken. Es wurden rund 10000 Kartothekkarten geschrieben. Die Zunahme des Bibliothekkataloges machte eine Vergrößerung der Kartothekschränke notwendig, die neben einigen anderen kleinen Veränderungen in der Einrichtung des Bibliothekraumes auf Ende des Jahres vorgenommen wurde.

Der Tausch unserer Veröffentlichungen, resp. Jahresberichte, wurde mit folgenden Institutionen neu aufgenommen:

Botanisches Museum der Universität Zürich (Mitteilungen dieses Instituts).
Conservatoire et Jardin botanique de Genève (Candollea).
Svenska Botaniska Föreningen (Svensk Botanisk Tidskrift).
Botanischer Garten der Universität Budapest (Index Horti Budapestinensis).
Botanisches Museum der Universität Utrecht (Mededeelingen van het Botanische Museum en Herbarium van de Rijks Universiteit te Utrecht).
Japanische Phytogeographische Gesellschaft (Acta Phytotaxonomica et Geobotanica).

Ferner erhielten wir neu:

Animadversiones systematicae ex Herbario Universitatis Tomskensis. Herausgeg. von der Sekt. Tomsk Soc. bot. Rossicae.

Archivio Botanico per la Sistematica, Fitogeografia e Genetica (storica e sperimentale) von Aug. Béguinot, Genova.

Bulletin of Applied Botany, of Genetics and Plantbreeding. Herausgeg. von der Lenin Acad. of Agricultural Sciences in U.S.S.R. Inst. of Plant Industry, Leningrad.

Mitteilungen der Deutschen dendrologischen Gesellschaft (ganze Serie) von Prof. Dr. C. Schröter.

Sowiet-Botanik (russisch), herausgeg. v. d. Akademie der Wissensch. Leningrad.

Angekauft wurde auch der eidgenössische topographische Atlas in der bisherigen Ausgabe, aber in den neu nachgetragenen Blättern, die zum Teil erst im kommenden Jahre erscheinen werden.

Von Herrn Prof. Dr. C. Schröter erhielten wir weiterhin eine große Zahl von Büchern, die zum Teil noch nicht eingeordnet werden konnten.

Die Bildersammlung erhielt von Herrn Prof. Dr. C. Schröter weiteren Zuwachs an Bildern von Naturforschern.

Schausammlung: Herr Prof. Dr. H. Brockmann schenkte einen Bergföhrenzweig mit Hasenverbiß, Herr Dr. V. Vareschi eine Fichtengrotze von der Baumgrenze im Gebiet der Schinigeplatte mit interessanter Vegetation von epiphytischen Moosen und Flechten.

Herbarium: Das Institut erhielt von den Erben des verstorbenen Prof. Dr. O. Drude nach dessen Willensverordnung sein Privatherbar geschenkt. Ebenso schenkte Dr. W. Lüdi den größten Teil seines Herbars. Doch sind die beiden Herbarien noch nicht aufgearbeitet.

Durch Kauf erwarben wir von Herrn Paul Aellen in Basel eine Sammlung korsischer Pflanzen von 250 Nummern, die viele kritische Formen, von Spezialisten bestimmt, enthält.

Ferner gingen ein die Zenturie 8 der Flora exsiccata Reipublicae Bohemicae Slovenicae, ein Faszikel Herbarpflanzen aus Jugoslavien von Herrn Prof. Dr. M. Rikli, eine größere und wertvolle Pflanzensammlung aus Sachalin von Dr. K. Takahashi, eine Sammlung von Emmentalerpflanzen von Herrn F. Beck, eine Pflanzensammlung aus dem Großen Moos von Herrn Dr. O. Wirz und Saxifraga cernua aus dem Unterengadin von Herrn Dr. R. La Nicca. Rund 380 Nummern wurden vom Leiter des Institutes gesammelt, darunter 150 aus den

Gebirgen Süditaliens. Kleinere Pflanzensammlungen wurden bestimmt für Herrn Prof. H. Bär, F. Beck, Dr. S. Blumer, Frau Dr. A. Hoffmann-Grobéty.

Herr Dr. V. Vareschi führte die Einrichtung der Abteilung für Moose und Flechten zum Abschlusse. Sie umfaßt jetzt 874 Nummern (334 Laubmoose, 44 Lebermoose, 496 Flechten) und setzt sich zur Hauptsache zusammen aus den Berninasammlungen von Prof. E. Rübel, einer skandinavischen Flechtensammlung von Dr. E. Frey und verschiedenen kleineren Sammlungen von Dr. W. Lüdi.

Wir sprechen allen den Spendern von Büchern, Bildmaterial, Schaustücken und Herbarpflanzen unsern besten Dank aus.

Laboratorium und ökologisches Instrumentarium.

Es wurden folgende Instrumente neu angekauft:

1 analytische Wage von Sartorius in Göttingen, mit Einrichtung zur Schwingungsdämpfung, mechanischer Auflage der Gewichte unter 1 Gramm von außen, Projektionsablesung.

1 Leitz-Vergrößerungsapparat für die Dunkelkammer.

1 Ecco-Handzentrifuge mit 4 Gläsern zu 100 cm³. Sie ist geeignet zur Zentrifugierung größerer Massen im Felde und wurde von Herrn Dr. Vareschi im Aletschgletschergebiet mit Erfolg benutzt.

1 Leitz-Objektiv 7 für das Institutsmikroskop.

9 Regenmesser, davon 1 zur Aufstellung im Institut und 8, von spezieller Konstruktion, zur Aufstellung im Alpengarten Schinigeplatte.

4 Sickerzylinder zur Ausführung von Sickerversuchen nach der Methode Burger.

6 Sixthermometer, verwendet für die ökologischen Untersuchungen im Institutsgarten.

6 Hygrometer wurden von der Firma Lamprecht in Göttingen umgearbeitet und mit Schleppzeiger versehen, so daß sie zur Maxima- und Minimabestimmung verwendet werden können.

Tauplatten und Tauplattenkasten.

Hausunterhalt. Reparaturen waren sozusagen keine notwendig. Dagegen wurden die Beleuchtungsverhältnisse in Sitzungssaal, Assistentenzimmer, Bibliothek, Laboratorium und Werkstatt etwas zweckmäßiger gestaltet.

Personalverhältnisse. Auf Anfang Juni trat Frau Margrit Ruoff-Speckert, die sich von ihrer Erkrankung wieder erholt hatte, mit reduzierter Arbeitszeit wieder ein. Sie verließ aber das Institut auf Ende des Jahres wieder, um sich ganz dem Haushalt und der Arbeit

ihres Mannes zu widmen. Wir verdanken ihr ihre mehrjährige treue und gewissenhafte Arbeit bestens. Weitere Personalveränderungen sind nicht eingetreten.

PERSONALIA.

A. Kuratorium

Prof. Dr. E. Rübel, Präsident
Frau Anna Rübel-Blaß
Prof. Dr. C. Schröter
Prof. Dr. H. Brockmann-Jerosch.

B. Personalbestand

Oberleiter: Prof. Dr. E. Rübel
Direktor: Dr. W. Lüdi
Spezialdelegierter für Vegetationskartographie: Prof. Dr. H. Brockmann-Jerosch
Assistent: Dr. V. Vareschi
Gehilfen: Fräulein Lore Brockmann
Frau M. Ruoff-Speckert
Institutswart: Frau N. v. Senger-Agthe
Laborant: Hans Siegl
Aushilfsweise betätigten sich mit Kartenzeichnen die Herren Georg Aue und Hans Aue.

II. FREIES GEOBOTANISCHES KOLLOQUIUM

Das Kolloquium fand im Wintersemester 1933/1934 wiederum im Vortragssaal des Institutes statt, mit den nachfolgenden Darbietungen:

Dr. E. Furrer: Der neue Führer durch die Zürcher Quaianlagen von Prof. Dr. C. Schröter (8. III. 33).

Dr. H. Großmann: Der Einfluß der alten Glashütten auf den Wald (s. wissenschaftl. Beilagen) (8. III. 34.).

Dr. P. Keller: Pollenanalytische Studien an einigen Mooren der Westschweiz (s. wissenschaftl. Beilagen) (25. I. 34.).

Dr. W. Lüdi: Keimungsversuche mit Alpenpflanzen (7. XII. 33.).

Dr. W. Lüdi: Das Alter der Hölzer im Utolehm (22. II. 34.).

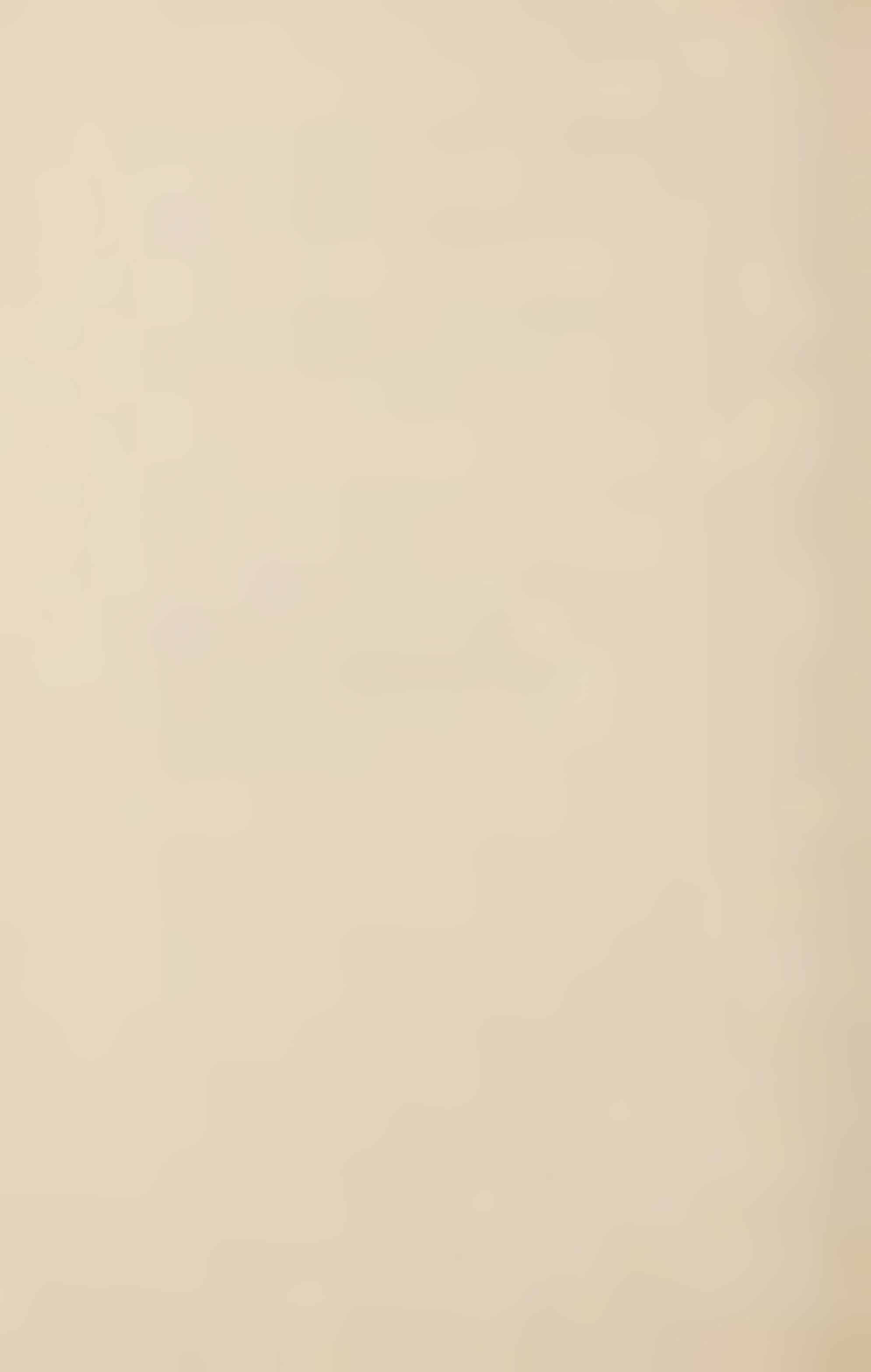
Dr. W. Lüdi: Beitrag zur Kenntnis der Beziehungen zwischen Vegetation und Boden im östlichen Aarmassiv (s. wissenschaftl. Beilagen) (22. II. 34.).

Dr. V. Vareschi: Die Standortsökologie der Fichtenepiphyten (s. wissenschaftl. Beilagen) (22. XI. 33.).

Dr. V. Vareschi: Die klimatischen Messungen im Albisgebiet 1932/33. (s. wissenschaftl. Beilagen) (8. II. 34.).

III. PERMANENTE KOMMISSION DER I. P. E.

Die Kommission hatte Stellung zu nehmen zur endgültigen Festsetzung des Zeitpunktes der Exkursion durch den toskanischen Appennin im Jahre 1934. Das italienische Komitee setzte daraufhin die Exkursion auf die Zeit vom 20. VII. bis 6. VIII. 1934 fest und arbeitete ein Exkursionsprogramm aus, so daß auf Ende des Jahres die ersten Einladungen versandt werden konnten.



DER EINFLUSS DER ALTEN GLASHÜTTEN AUF DEN SCHWEIZERISCHEN WALD

von P.-D. Dr. *H. Großmann*, Forstmeister in Bülach

I. Allgemeines.

Da unser Land rohstoffarm ist, hat es früher nur wenig Industrie besessen. Eines der Gewerbe, das sich, wie der spärliche Bergbau und die Ziegelei, auf einheimische Rohstoffe stützen konnte, war die Glasfabrikation. Sie war früher ein wichtiges Verwendungsgebiet für Holz, das heute ganz verlassen ist. Und zwar mußte der Wald sowohl den Hauptrohstoff, die Asche, wie auch das für den Schmelzvorgang und die Glasbereitung nötige Brennmaterial liefern. Welche Rolle er dabei zu spielen und welche Einwirkungen er dadurch zu erdulden hatte, soll im Folgenden behandelt werden.

Da die Glaserzeugung in einer bestimmten Gegend örtlich und zeitlich gar oft unterbrochen werden mußte, in gewissem Sinne ein Walderleben führte, so hat sie uns wenig Nachrichten hinterlassen. Und diese wenigen sind noch weit zerstreut und tief vergraben in den Aktenbündeln der Archive, die ganz andere Materien beschlagen, so daß sie recht mühsam herausgearbeitet werden müssen und zudem nur bescheidene Ausbeute liefern. Gar oft sind die Überlieferungen dem reinen Zufall zu verdanken.

Die Ortsnamen als wichtige Urkunden geben uns in diesem Falle nur beschränkte Auskunft. Denn das Vorkommen von Namen wie *Glashütte*, *Glasofen*, *Glastobel*, *Glasbach*, *Glaserberg*, *Schmelzi* beweist nur, daß an diesen Orten einmal Glas gemacht wurde. Wann, wie viel, wie lange, vernehmen wir dadurch nicht. Immerhin sind diese Namen Hinweise, wo wir dieses Gewerbe suchen müssen.

Eine weitere Erschwerung bildet der Umstand, daß im Mittelalter und in der Neuzeit der Begriff Glaser nicht nur die Glasmacher, die Glasbläser, die Glashändler und Fenstermacher, sondern auch die Glasmaler umfaßte und dadurch vielfach die Feststellung der eigentlichen Glasmacher in den Urkunden nicht ermöglicht.

Die nachfolgenden Ausführungen werden vom Standpunkt des Waldes aus gemacht, vor allem mit Rücksicht auf den Holzverbrauch. Sie lassen daher die Technik des Gewerbes beiseite.

II. Überblick über die Herstellung und Verwendung des Glases im Laufe der Zeiten.

Das Glas war bereits den Ägyptern und Phöniziern bekannt, von wo es zu den Römern kam. Aber auch die Germanen und Gallier kannten das Glas, waren doch nach Plinius in Gallien Glashütten vorhanden*) [7]. Die Völkerwanderung hat die Glasmacherei nördlich der Alpen jedenfalls zum Verschwinden gebracht. Im Süden kam sie über Byzanz nach Venedig und 1289 nach Murano, auf welcher Insel im 15. Jahrhundert 24 Glashütten, zum Teil sehr große Betriebe, bestanden, die ihre Produkte, zuerst Steine und Glasperlen, dann kunstvolle Gefäße in alle Welt hinausschickten. Später wurden Venedig und Murano von der böhmischen Glasindustrie abgelöst. Die schweizerische Glasmacherei und -bläserei war von jeher stark vom Ausland abhängig. Venedig, Böhmen, gelegentlich auch Burgund und dann vor allem der Schwarzwald haben uns mit ihren Produkten beliefert. Ursprünglich wurde das Glas nur für Schmuck und Gefäße, erst später für die Herstellung von Fenstern verwendet.

Die ersten Glasmacher in unserem Lande müssen wir in den Klöstern suchen[11]. In St. Gallen lebte ein solcher Mann in der ersten Hälfte des 9. Jahrhunderts, der hohes Ansehen genoß. Die Klosterkirche von St. Gallen war erst um 900 und die dortige Schreibstube im 11. Jahrhundert, das Fraumünster in Zürich zwischen 871 und 876 mit Glasfenstern versehen. Von 1162—81 wurde in der Abtei Altenryf bei Freiburg i. Ue. Glas bereitet[19]. Aus Basel kennen wir aus der Zeit um 1300 einen Glaser. In Bern begegnen wir dem Glaserhandwerk um 1378 und in Zürich um 1431[11]. Im allgemeinen besaßen noch im 11. Jahrhundert die Kirchen, im 13. Jahrhundert die Herrenhäuser, nur selten Fenster. Erst als dann gegen Ende des 14. Jahrhunderts auch in Profanbauten allgemein Glasfenster zur Verwendung kamen, blühte auch die Glasmacherei empor. Selbst aber noch im 15. Jahrhundert betrachtete das Ausland den Umstand als Luxus, daß in den schweizerischen Städten die Bürgerhäuser durchwegs mit Fenstern versehen waren. Früher benützte man an Stelle der Glasfenster Marienglas, Spat, Horn, Pergament oder sonstige Häute und Tücher.

---

*) Die Zahlen im Text deuten auf die Nummern im Literaturverzeichnis.

Mit der nun allgemeiner werdenden Verwendung von Glas entstand ein selbständiges Gewerbe, dasjenige der Glasmacher in den Glashütten, die außerhalb der Klostermauern lagen, meist im Walde, wo Brennholz und Sand zur Verfügung standen. Es ist spontan aus den Bedürfnissen der Bevölkerung erwachsen und durch die reiche Bewaldung des Jura, der Alpen und ihrer Vorberge begünstigt worden.

Wo standen nun die ersten Hütten? Im Jahre 1303 sind zwei solche nachweisbar am Oberrhein[13], die eine im Amte Wehr, die andere in Abdorf bei Lauffenburg, also im heutigen Kanton Aargau. Der Sage nach soll damals auch eine Hütte in Rotenthurm (Schwyz) bestanden haben. 1374 war eine Glashütte im bernischen Amte Schwarzenburg[3], 1450 eine solche in der Klus (Solothurn)[15], anfangs des 15. Jahrhunderts eine solche im Boonwald (bei Zofingen) und 1586 eine in Locarno[21] in Tätigkeit. Sie hatten gewöhnlich nur ein kurzes Leben und gingen nach Erschöpfung der Rohstoffe der Umgebung, vor allem der Wälder, wieder ein oder wanderten weiter. Der Aufschwung der deutschen Glasindustrie nach dem Dreißigjährigen Kriege beeinflußte auch die Schweiz. Der Schwarzwald wurde zum Ausgangspunkt eines schweizerischen Glasgewerbes, das bei uns seine Produkte absetzen und sich später nach Erschöpfung der dortigen Rohstoffe in den waldreichen Tälern der Innerschweiz selbst niederlassen konnte. Es entstanden eine Reihe von Glashütten im Entlebuch[14], in Iberg[5] und im Jura[2, 10]. Aber auch diese Hütten waren immer wieder zur Verlegung ihrer Standorte gezwungen, um die Holzversorgung sicherzustellen. Diese Wanderung dauerte bis ins 19. Jahrhundert hinein, bis sich infolge des Eisenbahnbaues die Glashütten durch Steinkohlenfeuerung und Sodaverwendung vom Walde lösten und den nötigen Sand auf dem Schienen- oder Wasserwege aus beliebig fernen Landesteilen, ja sogar aus dem Ausland zu beziehen in der Lage waren.

III. Die Rohmaterialien.

Je nach Heimat und Lage des Glasgewerbes hat sich die Verwendung der Rohstoffe herausgebildet. Früher mußte man sich mit den an Ort und Stelle oder in der Umgebung der Hütten vorhandenen Rohstoffen begnügen, wodurch die Eigenschaften des Glases bedingt waren. Zielbewußt gesuchte Eigenschaften verstand man daher nicht herauszubringen.

Allgemein gibt es viele Stoffe, die beim Abkühlen aus dem Schmelzfluß verglasen. Praktisch kamen aber nur ganz wenige in Frage. Nach alter Erfahrung sind es deren sechs, nämlich Kieselsäure, Tonerde, Natron, Kali, Kalk und Bleioxyd[6]. Als Rohmaterialien, die sie enthalten, fallen in Betracht: Asche, Soda, Glauber- und Kochsalz, Sand, Kalk und Ton. Da diese von Natur aus verschieden geartet und verunreinigt sind, entstand eine große Variabilität im fertigen Produkt Glas. Mit der Zeit und der gewonnenen Erfahrung kamen sie dann in bestimmt abgestufter Mischung zur Verwendung, wodurch ein gleichmäßigeres Glas erzielt wurde.

Diese Rohstoffe werden nun in einem besonders konstruierten Glasofen unter sehr hohen, früher stets durch Verbrennen von Holz erzeugten Temperaturen geschmolzen. Sie liefern beim Erkalten und Erstarren das durchsichtige Glas.

Schon früh erzählen uns Schriftsteller von der Herstellung des Glases. *Theophilus prebyter* sagt in seinen „Diversarum artium schedula“[16]:

„Darauf nimmst du zwei Teile der oben erwähnten Asche und den dritten Sand, welcher sorgsam von Erde und Steinchen gesäubert ist, wie du ihn an Wassern findest; menge das an einem reinlichen Orte.“

Agricola erwähnt in seinem 12. Buch „de re metallica“[1] folgendes:

„Glas aus weißen Steinen, Kristallen ist das beste, dann solches aus durchsichtigen Kieseln und schließlich solches aus undurchsichtigen. Die Kiesel werden gepocht. Dann sind harte Säfte nötig im Nitrat oder Bergsalz oder Lauge oder sal alkali. Mische zwei Drittel Steine und ein Drittel Salz und etwas Magnet. Wer keine Säfte hat, nimmt zwei Teile Eichen- oder Birnbaumasche oder Buchen- oder Fichtenasche und ein Teil Sand.“

Mathesius[12] erzählt in seinem 15. Buche vom Glasmachen in deutschen Hütten:

„Einige verwenden eigenen Sand, andere pochen Kiesel. Dazu geben sie Eichen-, Ahorn-, Buchen-, Tannen-, Kiefern- und Weidasche. Auch Salz wird verwendet, aber das polnische Steinsalz ist besser. Wiederum andere verwenden Farnwurzelasche.“

Wie ehedem werden auch heute noch dieselben Mineraliengemische, nur in Form von andern Rohstoffen, geschmolzen und daraus Glas bereitet. Die Technik der Mischung, des Schmelzvorganges und der Glasbläserei interessieren uns hier nicht weiter und können übergangen werden. Dafür sind für unsere Betrachtungen noch einige Rohstoffe, vor allem Asche und Sand, wichtig.

Am Meer, wo Kochsalz oder natriumhaltige Pflanzen (Salzkräuter, Schilfwurzeln, Farne) oder natürliche Soda vorhanden waren, bildete das Natron den Rohstoff. Nordwärts der Alpen dagegen, wo die Bewaldung reicher war, verwendete man dafür Holzasche und später die daraus gewonnene Potasche, in welcher die eigentliche Potasche (K_2CO_3) die Hauptrolle spielte. Soda wurde hier früher nicht verwendet, denn bis etwa vor 70 Jahren waren Holzaschen und die Aschen einiger Pflanzen die alleinigen Rohmaterialien für die Gewinnung der Potasche.

In der Frühzeit der Glasfabrikation war die Holzasche direkt Ausgangsprodukt, wie uns *Theophilus* berichtet:

„Hast du dir im Sinne vorgesetzt Glas zu machen, so schneide zuerst vieles Buchenholz zusammen und lasse es austrocknen. Verbrenne es dann an einem reinen Orte gleichmäßig und siehe, daß du beim sorgfältigen Sammeln der Asche nichts von Erde oder Steinchen hinzubringest."

Dabei entstand das grüne, das sog. Waldglas, während für das Weißglas nur die gereinigte Potasche das Ausgangsprodukt bilden durfte.

Für entlegene Waldgebiete bildete die Veräscherung oft die einzige Möglichkeit der Holzverwendung. Oft wurden vom Waldbesitzer Glaser und Aschenbrenner geradezu gerufen, um aus dem Walde wenigstens eine bescheidene Rendite herauszubringen. Gewöhnlich war die Aschengewinnung nur da gestattet, wo eine andere Verwendung des Holzes unmöglich war. An einzelnen Orten wurden schon um 1500 Aschebrennen und Errichtung von Glasöfen verboten. Die vielen Wiederholungen dieser Verbote und selbst die mittelalterlich grausamen Strafen für ihre Übertretung scheinen indessen nicht wirksam gewesen zu sein. Mit dem steigenden Brenn- und Nutzholzkonsum mußte die Veräscherung des Holzes eingeschränkt werden oder ganz aufhören.

Für die Gewinnung der Asche waren praktische Kenntnisse nötig, von denen der Erfolg der Ausbeute in hohem Maße abhing. *Agricola* erwähnt als solche:

„Die Aschen aber wirt uß alten beumen gemachet, welcher stock, so er sechs werkschuh in die höhe gewachsen, ist außgehauwen unnd feur darin geworffen, der ganz baum verbrennt, und zu äschen gemacht wirt, welchs im winter geschicht, so der schnee lang liget oder im sommer, so es nicht regnet: dann die platzregen, zu andern zeiten des jars, daß sie die äschen mitt der erden vermischendt, machendt sie dieselbigen unsauber. Der halbe soll als dann eben auß diesen beumen, in vil stuck zerhauwen, und under dem tach verbrennt, die äschen gemacht werden."

Nicht alle Holzarten und alle Baumalter ergaben gleich gute Asche. Auch die Art der Verbrennung war wichtig, indem der Baum nicht mit hellem Feuer, sondern nur durch Glimmen verbrennen sollte. Gute Asche sollen morsche, von Schwämmen befallene Buchen, ebenso Nadelholzreisighaufen ergeben haben. Für die Glasmacherei bevorzugt wurde die schwere, weiße Tannenasche, da sie ein helles Produkt lieferte, während Föhren- und Fichtenasche unreines, blasenreiches und grünes, Eichenasche sogar bräunliches Glas erzeugte. Die Buchenasche war viel ergiebiger als die Tannenasche.

Die Gewinnung der Potasche aus der Rohasche vollzog sich in der Kalzinier- oder Sudhütte, die meist im Walde an einem Bache stand. In großen Holzbottichen, den Äschern, gewann man durch Auslaugen mit Wasser die löslichen Stoffe aus der Holzasche. Die Lauge dampfte man auf primitiven Herden wieder ein, wozu nochmals Holz nötig war. Der kristallartige, schwarzbraune oder weiße Rückstand wurde im Kalzinierofen kalziniert, wozu wiederum Brennholz die Hitze liefern mußte. Für die Herstellung von 100 kg kalzinierter Asche waren noch im 19. Jahrhundert 5 bis 6 m^3 weiches Brennholz nötig, wovon ein Drittel auf das Kalzinieren, der Rest auf das Eindampfen entfiel. Früher stellte sich der Holzbedarf hiefür wesentlich höher. Der gesamte Holzbedarf für die Gewinnung und Herstellung der Potasche war geradezu erschreckend groß. Zur Herstellung von 100 kg reiner Potasche war die Veräscherung von 180 m^3 Holz nötig, wozu dann noch die 5 bis 6 m^3 zum Sieden und Kalzinieren kamen. Es ist daher sehr wohl begreiflich, daß eine namhafte Potaschenproduktion die Wälder zu lichten oder gar zu zerstören vermochte.

Begreiflicherweise bildete auch der weit verbreitete Kiesel einen Hauptrohstoff für die Glasbereitung. Meist wurde er in der Form des Quarzsandes verwendet, wobei der eisenlose Tertiärsand sich besonders geeignet erwies. Denn der Eisengehalt gab für die Brauchbarkeit des Sandes den Ausschlag, indem feines Glas nur wenig oder gar kein Eisen enthalten darf. Vielerorts gewann man den Kiesel aus den in Bach- und Flußbetten zusammengelesenen Kieselsteinen durch Pochen oder aus dem Quarzsand der Wasserläufe durch Waschen.

Den Kalk, das verbreitetste und billigste Rohmaterial, benützte man in Form von Kalkstein, Quarz, Bergkristall, Marmor, Tuffstein, Kreide, Gips oder Flußspat.

Tonerde, Bleioxyd, Zutaten und Ofenbaustoffe interessieren uns hier weiter nicht. Ihre Gewinnung und Verwendung wird daher übergangen.

IV. Die Betriebsmaterialien.

Das wichtigste Betriebsmaterial der alten Glashütten war das Brennholz. Schon *Theophilus* sagt im Kap. IV seiner „Schedulae“:

„Nachdem Ofen und Asche zugerichtet, so nimm im Rauche vollkommen ausgetrocknetes Buchenholz und entfache ein reiches Feuer von beiden Seiten im größern Ofen.“

Auch *Agricola* meldet darüber:

„Man soll mit dürrem Holz feuern, indem Tag und Nacht zwei Knaben schüren und dafür sorgen, daß kein Rauch entsteht, sondern nur eine gute Flamme vorhanden ist.“

Mathesius bestätigt dies, indem er sagt:

„Schmelzen muß man mit dürrem Holz, so daß kein Rauch entsteht, denn Rauch macht das Glas dunkel.“

So war und blieb das Holz Jahrhunderte hindurch das Brennmaterial für das Schmelzen des Glases, bis die Eisenbahnen die Kohle ins Land brachten. Wenn auch einzelne Glashütten im Lande in der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts zeitweise mit Molassekohlen betrieben (1772 Paudex, 1776 Semsales und 1811 Elgg) oder Konzessionen für neue Glashütten nur unter der Bedingung der Kohlenfeuerung erteilt wurden, so war diese Erscheinung eng begrenzt infolge des schweren Holzmangels jener Zeiten.

Im holzarmen England dagegen wurde bereits im Jahre 1611 Steinkohle zur Feuerung verwendet und die Holzfeuerung geradezu verboten. 1619 kam bereits in Rouen englische Steinkohle und 1789 in Schlesien die dortige Kohle zur Verwendung im Glasofen[4].

Der Verbrauch an Holz war groß, wenn auch im Verhältnis zu demjenigen für die Potaschegewinnung verschwindend klein. Für das Jahr 1856 kann man aus dem Vergleich zwischen Glasproduktion und Holzverbrauch für die österreichischen Glashütten ein Verhältnis von einem Gewichtsteil Glas zu 12 Gewichtsteilen Holz für die Schmelze allein herausrechnen. In den böhmischen Tafelglashütten betrug dieses Verhältnis 1 : 9. Es benötigten demnach damals 100 kg Glas zum Schmelzen 1,7 m^3 dürres Buchen- oder 2,8 m^3 dürres Fichtenholz. Früher war dieser Holzbedarf wesentlich höher.

V. Der Hüttenbetrieb.

Die alten Glashütten waren, wie ihr Name sagt, einfache Holzbaracken. Sie wurden bei Einstellung des Betriebes ohne weiteres abgebrochen und verlegt oder verlassen. Gelegentlich brannten sie auch ab. Ihr wertvollster Bestandteil war der Glasofen, der aber auch nur für einige Monate in Betrieb stand und dann erneuert werden mußte. Die mit einiger Fachkenntnis zu erstellenden Glasöfen waren wenig sparsam eingerichtet in bezug auf den Holzverbrauch. Wir werden kaum fehlgehen, wenn wir annehmen, daß die alten Öfen etwa das Doppelte bis Dreifache an Brennholz benötigten gegenüber denjenigen aus der Mitte des letzten Jahrhunderts.

Mit den alten Glashütten waren oft Mühlen-, Brauerei-, Tavernen-, Fischerei- und Jagdrechte verbunden. Die Glasersiedelungen stellten oft kleine Dorfwirtschaften für sich dar, die sich selbst versorgten. Gelegentlich kam ihnen die Obrigkeit entgegen durch Steuer- oder Zollerlaß für die in den Waldgebieten schwer zu beschaffenden Lebensmittel oder durch Überlassen von Land für die Eigenproduktion von Lebensmitteln oder von Wald zur Urbarisierung für den nämlichen Zweck.

Als die Glasmacherei an Ausdehnung gewann, bildeten sich die Glasergewerkschaften, die sog. „Gewerke" aus, die im Gegensatz zum zünftigen „Antwerch" keine Zünfte darstellten. Auch sie umfaßten die Glasmacher im Walde wie die Glaser und Glasmaler, die in den Städten das Glas weiter verarbeiteten. Im Gegensatz zum Ausland haben in unserem Lande die Glashütten nur zu einer größeren Siedelung, „Glashütten" bei Zofingen, den Grund gelegt.

VI. Das Produkt Glas.

In der Frühzeit kannte man nur ein unreines und wenig durchsichtiges Glas für die Herstellung der Scheiben und Gefäße, das sog. Waldglas oder „vitrum silvestre sive montanum". Aus Asche und Quarzsand geschmolzen, war es hart und widerstandsfähig, im Gegensatz zum hellen, venetianischen Glas. Die Renaissance brachte dann die venetianische Art der Glasherstellung auch zu uns und bewirkte damit eine bedeutende Hebung und Veredlung der Glasmacherei. Schmelze und Technik wurden besser und rationeller gestaltet. Später kam dann noch die Veredlung durch Fäden, Malen, Vergolden, Gravieren und Schleifen dazu.

VII. Die Standorte der schweizerischen Glashütten.

Die alten Glashütten waren alle rohstofforientiert. Sie lagen da, wo Rohstoffe und Brennmaterialien vorhanden waren und wurden deshalb in den stark bewaldeten Jura oder in die waldreichen Voralpentäler hineingebaut.

Die oft nur kurze Lebensdauer der alten Glashütten, ihre häufige Verlegung und die gelegentlich vorhandene Zusammengehörigkeit zweier Hütten zum selben Betrieb erschweren eine genaue Feststellung und Datierung der einzelnen Betriebe stark.

Immerhin lassen sich im Gebiete der heutigen Eidgenossenschaft einige Gebiete feststellen, die eine bedeutende Glasindustrie besessen haben. Die wichtigsten davon sind das *Doubstal* und das *Birstal* im Berner Jura, das „*Thal*" und *Guldental* im Solothurner Jura, das *Entlebuch*, das *obere Sihltal*, das *untere Tessintal* und die *Mittelwaadt*. Von den etwa 60 bekannten Hütten *), die im Laufe der Jahrhunderte in unserem Lande bestanden haben, vermochten sich sechs in die Gegenwart herüberzuretten. Sie alle sind rationell eingerichtete Großbetriebe, die mit dem Walde in keiner Beziehung mehr stehen, da sie weder Roh- noch Betriebsmaterialien von dorther beziehen. Naturgemäß haben sie sich an den Bahnen, die ihnen diese Stoffe zuführen, niedergelassen.

VIII. Die Einwirkung auf den Wald.

Da die Roh- und Betriebsstoffe für die alten Glashütten aus dem Walde stammten, so haben diese im Walde auch bestimmte Spuren hinterlassen. Wenn wir bedenken, daß noch im 19. Jahrhundert für die Herstellung von 100 kg Glas ca. 100 m³ Holz nötig gewesen sind, dieser Bedarf für die älteren Hütten noch wesentlich höher war, so begreifen wir auch, daß der Wald durch die Glasmacherei Wunden erhalten hat, die wir heute noch als Narben wahrnehmen können.

Bei den ersten Hütten, die tief in den Wäldern steckten, hören wir wenig von Brennholzmangel. Es scheint damals noch genug Holz vorhanden gewesen zu sein. Aber trotzdem mußten sie nach Erschöpfung der Holzvorräte den Standort wechseln. Nun war vielleicht im allgemeinen (örtlich stark verschieden!) etwa bis Mitte des

*) Eine Standortskarte ist vom Verfasser vorbereitet.

16. Jahrhunderts Holz genug da, so daß der Verbrauch für die Glashütten die Holzversorgung des Landes nicht beeinträchtigte. Im Gegenteil. Das Glasergewerbe, das aus brachliegenden Urprodukten wichtige Stoffe erzeugte, wurde gelegentlich von waldbesitzenden Landesherren herbeigezogen und gefördert, um auf diese Weise eine Rente aus dem sonst wenig einträglichen Grundbesitz zu erzielen.

Da man sich in jener Periode mit den einheimischen Rohstoffen begnügte und begnügen mußte, gab man sich auch mit dem aus ihnen erzeugten Glas zufrieden und gewann die Potasche zum größten Teil aus „Waldasche". Da zu ihrer Gewinnung enorme Mengen Holz nötig waren, beeinflußte das Aschenbrennen die Zusammensetzung der Wälder in wesentlichem Maße. Es wurden vor allem alte Buchen eingeäschert, so daß diese Holzart vielerorts aus den Wäldern verschwand. Die Glaser haben vielfach selbst die Aschenbäume im Walde angezeichnet, gelegentlich dies aber den Aschenbrennern überlassen. Als noch Holz genug vorhanden war, konnten die Hütten ihren Standort nach dem Vorhandensein der übrigen Rohmaterialien wählen, wie dies auch in der Klus geschah, wo Glassand, Hupper- und Tonerde den Standort bestimmten. Die eingehende Glasmacherordnung von 1480 verrät dort noch keinerlei Sorge um die Beschaffung des Holzes und keinerlei behördliche Einschränkung in bezug auf die Ausbeutung der obrigkeitlichen wie der privaten Wälder. Immerhin möchte die Tatsache, daß 1495 Aschenbäume aus dem Baselbiet bezogen wurden, darauf hindeuten, daß man die heimischen Wälder schonen mußte.

Nach den frühen Nachrichten über die Glashütten von Grasburg von 1406 lieferten die Glaser sogar Asche nach Freiburg hinein, und um 1480 ist ein regelrechter Handel mit „Weidasche" aus den Hochwaldungen von Grasburg (= Schwarzenburg) an die Färber von Freiburg bekannt. Die dortigen Glaser hielten sich in den Wäldern eigene Aschenbrenner.

Immerhin scheint dann bald nicht nur allein Waldasche zur Potaschengewinnung verwendet worden zu sein, sondern auch die durch besondere Aschensammler im Frühjahr zusammengekaufte Asche des Hausbrandes und der Herdfeuer aus den Häusern vom Winter her.

Erst allmählich scheint die Furcht vor dem Holzmangel auch den Holzverbrauch für die Glasmacherei eingeschränkt zu haben. Das

Holz war in der Nähe der größern Verbrauchszentren rarer geworden, so daß es von weiter her beschafft werden mußte und infolge des weitern Transportweges — meist zu Wasser — mehr Wert erhielt. Während des Dreißigjährigen Krieges, als Deutschland seine Glasindustrie einbüßte, blühte sie bei uns empor, was vor allem den exponierten Standorten von Solothurn und Basel zustatten kam. Nach dem Kriege aber, als sie in Deutschland wieder gedeihen konnte, ging die hiesige Kriegsglasindustrie wieder ein. Einzig Court, Iberg und Vieille Verrerie am Doubs glasten dank ihres Waldreichtums fast ein Jahrhundert weiter.

In der ersten Hälfte des 18. Jahrhunderts entstanden, wohl durch den vermehrten Glasverbrauch und die aufstrebende Industrie veranlaßt, verschiedene Glashütten wie Alptal, Entlebuch, Schangnau, Vättis, später Semsales, Personico, Guldental und Roches, alle aber schon von behördlichen Erlassen in der freien Holzversorgung behindert. Während sich im Solothurner Jura die ersten einschränkenden Bestimmungen bereits 1580 bemerkbar machten, war andernorts die Benutzung der Waldungen für die Glaser noch völlig deren eigenem Ermessen überlassen. Selbst 1739 noch erhielt die Hütte Vättis vom Kloster Pfäfers Bauholz gratis zugesichert. Infolge Holzmangels zogen die Kluser Hütten tiefer in den Jura hinein, nach Gänsbrunnen, Rüschgraben, Court, wo noch Holz vorhanden war. Am Doubs konnten sich die Hütten infolge Waldreichtums der Gegend erhalten, wurden aber zu verschiedenen Malen verlegt (1708 Montjoie, 1747 Esserdilles, wo in Art. 2 der Konzessionsurkunde für diese Hütte festgestellt wird: „Ist in der Nähe kein Holz mehr, so darf er seine Glashütte abbrechen und doubsabwärts eine neue erstellen. Holz bekommt er nur an solchen Orten, wo man es nicht leicht abführen kann.“) Erst in der ersten Hälfte des 18. Jahrhunderts aber, als die mehr oder weniger seßhaften und größern Hütten im Guldental, im Entlebuch, in Semsales und in Personico, vor allem unter den aus dem Schwarzwald eingewanderten Glaserfamilien Schmied und Siegwart zu arbeiten begannen, ging es dem Walde ans Leben.

Betrachten wir hier das eine Glasmacherzentrum, den Solothurner Jura. Die Hütte im waldreichen und wenig aufgeschlossenen Guldental war die bedeutendste. Zugunsten derselben und zum Schutze der Wälder war die Ausfuhr von Holz und Potasche streng verboten. Eine Ausnahme war 1741 für die basellandschaftliche

Hütte im Bogental gemacht worden, da diese mit Ausnahme der umliegenden Höhen Holz einzig aus dem Kanton Solothurn über das „Neuhüsli“ beziehen konnte. Auch die später auf bischöflichemTerritorium gegenüber Bärschwyl errichtete Hütte besaß das Zugrecht für alles aus den Birsvogteien des Kantons Solothurn ausgeführte Holz, neben besondern Holzlieferungsverträgen mit dem Fürstbischof in Pruntrut und dem Abt von Lützel. Als infolge der Waldverwüstungen im Guldental die Obrigkeit scharfe Verbote gegen den Ankauf von Holz aus den obrigkeitlichen Waldungen erließ, konnte jene Hütte ihren Bedarf an Brennholz nur noch in den Privatwaldungen aufkaufen, was dann allerdings in großem Maßstab geschah. Im Jahre 1790 waren die Wälder im Guldental gänzlich ausgeholzt. Die Hütte hatte damals 2480 Klafter Holz am Lager, worauf ihr jeglicher weitere Ankauf verboten wurde. Die Glaser kümmerten sich aber wenig um dieses Verbot, so daß schon 1793 die Feuerarbeiter im Tal über die Holzschläge der Glaser am Vorberg klagten. Der Streit zog sich dann bis Ende des Jahrhunderts hin. Das Privileg für das Aschesammeln in den Birsvogteien wurde ihr infolge der französischen Besetzung des Bistums auf Falkenstein ausgedehnt. Im Jahre 1798 verbot die Obrigkeit nochmals der Hütte jeden Holzankauf. Wie ernst das Verbot gemeint war, zeigt der Umstand, daß sie im selben Jahre dem gewesenen Schultheißen Grimm von Solothurn die waldreiche „große Rotmatt“ bei Beinwil abkaufen konnte. So zog sich die Sache hin. Im Jahre 1818 war plötzlich wieder ein Holzvorrat für 15 Jahre gesichert. Im Sommer wurde im Guldental, im Winter in der Hütte Bärschwil (genauer Laufen) geglast, bis dann im Jahre 1846 die Hütte in Waldenstein, die mit Roches zusammenarbeitete, eröffnet wurde. Die Glashütte im Guldental ist im Jahre 1852 eingegangen. Bei der Liquidation waren 32 Wälder im Werte von 142000 Franken und geschlagenes Brennholz im Werte von 33000 Franken vorhanden. Die Besitzer hatten es somit an Vorsorge nicht mangeln lassen. Aber gerade deshalb, weil immer weiter entfernt liegende Wälder zur Nutzung herangezogen werden mußten, gestaltete sich der Betrieb teuer und unrentabel. So war schon im Jahre 1842 von den Hütten Guldental-Bärschwil mit der Hütte Moutier ein Vertrag abgeschlossen worden, wonach jeder der beiden Partner sich verpflichtete, im Umkreis von einer halben Meile um den andern kein Holz zu kaufen. Als die Glasbereitung im Guldental aufhörte, hinterließ sie eine arge

Waldverwüstung. Das ganze Guldental und die benachbarten Höhen waren völlig ausgeholzt. Auch in Waltenstein gehörten die Wälder des Tales der Glasmacherfamilie Gresly.

Aufschlußreich liegen auch die Verhältnisse im Entlebuch. Schon 1609 hatte sich eine Glashütte in den waldreichen Tälern der Waldemme niedergelassen. Von ihr wissen wir wenig. Sie scheint genug Holz zur Verfügung gehabt zu haben. Erst als die Glasmacherei durch die aus dem Schwarzwald zugewanderten Gebrüder Siegwart im Jahre 1723 nacheinander die Hütten *Südel, Sörenbergli* und *Fontanne* eröffnete[14, 22], begann die Abholzung und Entwaldung im Entlebuch im großen. 1741 kauften diese den stehenden Holzvorrat eines ganzen Hochwaldes, während sie Privatwaldungen nur mit obrigkeitlicher Bewilligung erwerben konnten. 1760 wurde ihnen der Ankauf stehender Waldungen allgemein freigegeben, so daß sie 1764 auf der Hirsegg bedeutende Käufe tätigen konnten. Die drei Hütten auf Fontannen benötigten jährlich etwa 800 Klafter fünf Fuß langes Holz. Daneben verkauften die Glaser aber noch viel Holz in den Kanton Bern. Laut einem Vertrag von 1763 bestand auch ein reger Handel mit Asche zwischen den Glasern und den Bleikern und Färbern im Entlebuch. Ein obrigkeitlicher Erlaß von 1764 bezog sich jedenfalls auf die Aschenbäume, als welche nur abgängiges Holz verwendet werden durfte. Einem Gesuch vom Jahre 1810 um Verlegung der Hütte nach Sörenberg, wo genug Holz aus Obwalden und aus Privatwäldern zur Verfügung stehen würde, entsprach die Regierung nicht. Sie stellte zudem die Bedingung, daß auch für die andern Hütten das Holz nur geflößt und nicht geklust werden dürfe. Daß sich auch hier die Glaser schöne Vorräte zu sichern verstanden, beweist ein jährlich etwa 1000 Klafter betragender Export, der zum großen Teil aus den entlebuchwärts gelegenen Teilen von Obwalden bestritten wurde.

Für die Hütte im Südel holzten die Glaser das Gebiet zwischen Schrattenfluh und Brienzergrat, dann für diejenige im Kragen das Einzugsgebiet des Kragenbaches und zuletzt für Thorbach das Hochwäldigebiet aus. Die Standorte der Hütten waren geschickt am Unterlaufe der Bäche gewählt, die ihnen das nötige Holz zutriften mußten. 1869 mußte Thorbach wegen Holzmangel aufgegeben werden. Daß das Entlebuch in seinen erreichbaren Wäldern ausgeholzt war, beweist der Ankauf der Teufimatt von der obwaldnerischen Kor-

poration Freiteil-Sarnen durch die Hütte in Fontannen. Sie soll bis 1791 entwaldet gewesen sein. Neue Verträge, die mit erschwerenden Bestimmungen zu Anfang des 19. Jahrhunderts abgeschlossen wurden, bezogen sich jedenfalls auf abgelegenere Gebiete dieser Alp. Eine Bestimmung aus dem Jahre 1824 schreibt vor, daß Dolden und Äste liegen bleiben sollen und nicht verbrannt werden dürfen (jedenfalls zur Aschengewinnung). Als die Hütte dann 1818 nach Hergiswil verlegt wurde, kauften die Siegwart Wald im Lungerer Rohr und von 1811—35 etwa 700 ha in der Gegend von Alpnach, nämlich den Sagel-, Finsterwald, den Haspelgraben, den Schwardegg-, Holzstockwald und andere. Die Abholzungen in jenen Flyschgebieten haben viel zur Verwilderung der dortigen Wildbäche beigetragen und sind damit zur Ursache der heute notwendigen Verbauungen geworden. Für die Teufimatt, die heute durch großzügige Entwässerungen und Aufforstungen wieder produktiv gestaltet werden muß, liegen die Verhältnisse gleich.

Ein Expertenbericht von 1815 gibt uns Einblicke in den damaligen Waldzustand im Tale der Waldemme. Daraus erfahren wir, daß die Glashütten überall im Lande schwer zu tilgende Spuren hinterlassen haben, daß nicht so sehr das geschlagene Holzquantum, sondern das nachherige Ausbrennen der Waldungen zur Potaschegewinnung schädlich gewesen sei, indem der Nachwuchs zerstört und der Waldboden der Schmalviehweide ausgeliefert worden sei. Daraufhin gestattete die Regierung die geplante Errichtung der Glashütte in Sörenberg nicht, erlaubte noch den Verbrauch des im Kragen lagernden und angekauften Holzes, reduzierte das Potaschebrennen auf bestimmte Gebiete und bestellte für die den Glasermeistern gehörenden Wälder eine sachkundige Aufsicht.

Die großen Wasserschäden, die in den Jahren 1842 und 71 über jene Gebiete hereinbrachen, waren nicht zum geringen Teil den ausgedehnten Kahlschlägen durch die Glashütten zuzuschreiben.

Von den Glashütten im oberen Sihltal sind wohl Dokumente vorhanden, sie berichten uns aber nichts über den Einfluß auf den Wald. Die Hütten erhielten bestimmte Wälder, aber nur beschränkte Rechte zum Aschenbrennen zugeteilt.

Die alles lähmende Holznot im 18. Jahrhundert, welche die Eingriffe der Staatsgewalt verursacht und dann später auch die Forst-

wirtschaft und Forstwissenschaft geschaffen, hat in unseren Landen auch die Glasmacherei eigentlich nie recht aufkommen lassen. Holz war Hauptrohstoff und unersetzlich, sein Verbrauch bei unserer relativ dichten Bevölkerung für den Glashüttenbedarf zu groß, als daß solche industrielle Unternehmen auf die Dauer damit hätten versorgt werden können. Eine zielbewußte Forstpolitik zur Versorgung der Wirtschaft mit Holz war dem Einheitsstaat der Helvetik vorbehalten. Er suchte einerseits solch holzfressende Gewerbe nicht neu entstehen zu lassen, anderseits den Holzverbrauch für die bestehenden Hütten im Sinne nachhaltiger Benutzung der Wälder zu regeln[17]. Als um die Konzession für die Errichtung einer Glashütte in Thun nachgesucht wurde, gab die Regierung ihre Einwilligung unter der Bedingung, daß sie mit Steinkohle betrieben werde und daß auf 40 Zentner Steinkohle nur 1 Klafter Buchen- oder 1½ Klafter Tannenholz verbraucht werden dürfen. Bei der Hütte in Semsales suchte man, nachdem die Feuerung mit Molassekohlen der Umgebung nicht befriedigt hatte, die Nachhaltigkeit der Holzlieferung durch Zuteilung bestimmter Staatswälder in den Bezirken Bulle, Rue, Oron und Châtel-St. Denis sicherzustellen. Diese Waldungen wurden den Forstbehörden entzogen und der Bergwerksadministration unterstellt, „damit die Glasfabrik von Semsales auf den möglichst hohen Stand von Cultur, deren sie fähig ist, gebracht und ihr Brennmaterial auf ewige Zeiten hin gesichert wird". Wenn hiefür auch 200 Jucharten nicht genügten, so lag das, wie überall in der Helvetik, an den Widerständen des praktischen Lebens und an der kurzen Tätigkeitsdauer der helvetischen Behörden. Es scheint auch, daß Steinkohlen- und Torfbrand nur grünes und weißes Hohlglas ergeben haben, während zur Herstellung von Kristall- und Fensterglas Holzbrand nötig war. Ein projektierter Abtausch der nahen Staatswälder mit entlegeneren, aber viel größern Gemeindewaldungen, der dem Brennstoffmangel hätte abhelfen können, scheiterte an verschiedenen Widerständen.

Die große Erleichterung für den Wald trat mit dem Momente ein, als infolge steigender Soda- und Kochsalzproduktion statt Potasche Sulfat oder Soda zur Herstellung des Glases verwendet, vor allem als im Ausland Soda im großen chemisch hergestellt und billig ins Land geliefert wurde. Statt des frühern Kali- stellte man nunmehr Natronglas her. Damit war der Wald der alten Geißel des Potaschebrennens los.

Als dann Mitte des 19. Jahrhunderts die Eisenbahnen die billige Kohle in genügender Menge ins Land brachten und damit eine tiefgreifende Umwälzung in der gesamten Industrie bewirkten, lieferten sie auch den Ersatz für das Brennholz in den Glashütten. Der Glaser nahm diesen um so lieber an, als er keine großen Holzlager mehr halten mußte und die Temperatur im Schmelzofen besser regulieren konnte als beim Holzbrand. Damit wurde der einheimische Wald eines weitern dauernden Anspruches ledig, der ihm zuerst zum Segen, später vielfach zum Fluche geworden war. Die Glashütten Monthey und Hergiswil gingen in den 70er Jahren zur Kohlenfeuerung über. Damit wurde die Glasindustrie, die früher rohstofforientiert gewesen war, an die Bahnen gebunden, die ihr auch Glassand aus geeigneten Vorkommen anderer Landesgegenden, feuerfeste Erde und Zuschläge lieferten, anderseits aber auch die Konkurrenz des Auslandes stark steigerten. Dieser erlagen denn auch im 19. Jahrhundert eine Reihe von Glashütten, während sich die andern an der Bahn niederließen.

IX. Schlüsse.

Zum Schlusse stellen wir zusammenfassend fest:

1. In frühern Zeiten waren enorme Holzmengen nötig, um das bißchen Glas zuzubereiten und zu schmelzen.

2. Oft war der Wald überhaupt bloß durch die Glasmacherei nutzbar zu machen, da er sonst wenig oder gar keinen Wert besaß.

3. Die alte Glasmacherei wurde unkapitalistisch, nur handwerks- oder gewerbemäßig betrieben. Entsprechend war auch der Holzverbrauch sorglos.

4. Vorerst erstreckte sich die Entwaldung nur auf die nähere Umgebung der Hütten. Erst als im 18. und 19. Jahrhundert größere Unternehmen ihr Einzugsgebiet erweiterten, ihre Produktion steigerten, wurden sie dem Walde gefährlich.

5. Da die Transportmöglichkeiten für das Holz beschränkt waren, führte dies an verschiedenen Orten zu Holzmangel.

6. Erst die Konkurrenz des Auslandes und die Einfuhr von Kohle infolge des Baues von Eisenbahnen haben den Wald entlastet. Die heutigen sechs Glashütten haben zum Walde gar keine Beziehungen mehr. Zum Glück! Denn für die vor dem Kriege pro-

duzierten 13 Mill. kg Glaswaren wären nach der alten Herstellungsweise ebensoviel m³ Holz nötig gewesen, während unser Land jährlich bloß 3 Mill. m³ Holz erzeugt.

7. Die Glashütten, die auch bei uns immer rohstofforientiert gewesen waren, teilen dieses Geschick mit andern Gewerben, die durch Bezug von Nebennutzungen eng mit dem Walde verbunden waren, wie Erzverhüttung, Salpetersieden, Harzerei, Teerschwelen und Rindengewinnung. Nach dieser Richtung hat die Verbindung unseres Landes mit dem Weltverkehr durch das Mittel des Schienenstranges viel tiefer in die Waldwirtschaft und den Zustand der Waldungen eingegriffen als allgemein angenommen wird *).

8. Mit Ausnahme einiger Ansätze in der Helvetik, die sich auf die Glashütte Semsales beziehen, hat der Bedarf der Glashütten in unserem Lande nirgends zu einer geordneten Forstwirtschaft mit Sicherstellung der Holzversorgung durch die Forsteinrichtung geführt.

9. Die Glashütten haben die Waldungen ihrer nähern und weitern Umgebung beeinflußt, indem sie die Holzartenverteilung durch stete Bevorzugung des Buchenholzes einseitig gestalteten und die Beschaffenheit der Bestände durch die ausgedehnten Kahlschläge auf weite Strecken nach der Gleichaltrigkeit verschoben. Diese Einwirkungen sind bei Untersuchungen der Wälder zu analysieren, um dem Werden des heutigen Waldbildes gerecht zu werden.

X. Literatur und Quellen.

1. *Agricola, G.:* De re metallica. Vom Bergwerk 12 Bücher. Übersetzung von Jeronymus Froben und Nicl. Bischoff von Basel. Basel 1557.
2. *Beuret-Frantz, J.:* Meuniers et verriers d'autrefois dans la vallée du Doubs. Saignelégier 1916.
3. *Burri:* Die einstigen Glashütten im Gebiete der Herrschaft Grasburg 1374—1400. Bl. f. bern. Gesch. 25, Jahrg. 1929/30.
4. *Czihak, E. v.:* Schlesische Gläser. Breslau 1891.
5. *Dettling, Alois:* Die Glasfabrikation im Kanton Schwyz. U.-Iberg 1922.
6. *Dralle, Rob.:* Handbuch der Glasfabrikation. 2 Bde.

*) Eine allgemeine Untersuchung dieser Verhältnisse ist vom Verfasser begonnen worden.

7. *Friedrich, Karl:* Altdeutsche Gläser. Nürnberg 1884.

8. *Hausrath, E.:* Zur Kenntnis der Bedeutung der Potaschebrennerei für die Waldwirtschaft früherer Jahrhunderte. Allgem. Forst- u. Jagdzeitg., Jahrg. 1903, S. 148.

9. *Heraclius:* Über die Farben und Künste der Römer. IV. Bd. d. Quellenschriften f. Kunstgesch. u. -Technik. Wien 1874. Herausgegeben von Dr. Alb. Ilg.

10. *Krieg, E.:* L'industrie du verre dans le Jura bernois. Actes d. l. soc. jurass. d'émulation. 1905 p. 115.

11. *Lehmann, Hans:* Geschichte der Glasmalerei in der Schweiz. Mitt. d. Antiquar. Ges. Zürich, Bd. 26.

12. *Mathesius, Joh.:* Sarepta und Bergpostill. 15. Predigt „vom Glasmachen". Nürnberg 1562.

13. *Mone, F. J.:* Gewerkschaften für Eisen, Glas und Salz am Oberrhein. Zeitschr. f. Gesch. d. Oberrheins, Bd. 12, S. 385.

14. *Siegwart, Leo:* Jubiläumsschrift zum 100. Betriebsjahr der Glashütte Hergiswil. Luzern 1918.

15. *Schwob, Fernand:* Die industrielle Entwicklung des Kantons Solothurn und ihr Einfluß auf die Volkswirtschaft. Solothurn 1925—27.

16. *Theophilus presbyter:* Schedula diversarum artium. Drei Bücher über Malerei, Glasmacherkunst und Erzarbeit. Übersetzt und eingeleitet von Alb. Ilg. Quellenschr. f. Kunstgesch. u. -Technik. Wien 1874, Bd. VII. Original wahrscheinlich in Köln Mitte 10. Jahrh. entstanden.

17. *Weisz, Leo:* Staatliche Industrieförderung und Forstpolitik in der Helvetik. Schweiz. Zeitschr. f. Forstwesen, Jahrg. 1923, S. 204.

18. *Zaugg, Ernst:* Die schweizerische Glasindustrie. Diss. Zürich 1922.

19. Artikel „Glasindustrie" im Histor.-biogr. Lexikon d. Schweiz., Bd. III, S.562.

20. —*:* La fabrica di vetri in Personico. Bollet. storic. d. Svizz. ital., Vol. 5 p. 9, 1883.

21. —*:* La fabrica di vetri à Locarno 1568. Ebenda Vol. 6 p. 178.

22. *Urkunden, Manuale* etc. aus den Staatsarchiven Zürich, Luzern und Bern. Den betr. Herren Archivvorständen sowie den Herren Oberförstern Isenegger in Schüpfheim, Omlin in Sarnen und Archivar Dettling in Seewen möchte ich für die Überlassung von Material bestens danken.

DIE GRUNDZÜGE DER NACHEISZEITLICHEN WALDENTWICKLUNG IN DER WESTSCHWEIZ

von *Paul Keller*

(vorläufige Mitteilung)

Die pollenanalytische Durchforschung der Schweiz hat in den letzten Jahren erfreuliche Fortschritte gemacht. Aus den meisten Teilen unseres Landes liegen heute Untersuchungen vor: aus dem schweizerischen Mittelland, aus den Voralpen, aus den Alpen, vom Südhang der Alpenkette und aus dem Jura. Beim Überblick über die untersuchten Torflager fällt indessen auf, daß erst verhältnismäßig wenige Torfmoore der Westschweiz pollenanalytisch durchforscht worden sind. Es ist dem Begründer des Geobotanischen Forschungsinstitutes Rübel in Zürich, Prof. Dr. *E. Rübel*, zu danken, daß er es dem Verfasser ermöglichte, eine große Zahl westschweizerischer Torflager zu besuchen, um dort Torfproben für pollenanalytische Untersuchungen zu sammeln. Im Sommer 1932 arbeitete ich auf 25 Mooren, die sich auf die Kantone Wallis, Waadt und Freiburg verteilen. Bei der Auswahl der Moore wurde wiederum darauf Rücksicht genommen, möglichst verschiedene Höhenstufen vertreten zu haben, um die „regionalen Verschiedenheiten" der nacheiszeitlichen Waldentwicklung mit Deutlichkeit nachweisen zu können. Die besuchten Moore verteilen sich auf das schweizerische Mittelland und die Rhone-Ebene, die westschweizerischen Voralpen, die Walliser-Alpen und den Waadtländer-Jura, wobei auch noch ein benachbartes französisches Hochmoor am Lac des Rousses untersucht worden ist.

Im verflossenen Sommer 1933 konnte ich sodann die bisherigen Untersuchungen in wertvoller Weise ergänzen, indem es mir durch eine Subvention aus der *Claraz*-Stiftung, die mir Prof. Dr. *H. Schinz* in wohlwollender Weise vermittelte, möglich war, weitere Moore des Wallis und vor allem eine große Zahl französischer Moore der Westalpen zu besuchen. Die vorliegenden Befunde beziehen sich jedoch erst auf die Untersuchungen der auf der Walliser-Exkursion 1932 gesammelten Torfproben.

Die damals besuchten Moore verteilen sich wie folgt:

Wallis:

Alpine Region:	Val Morgins:	Moor am Lac Morgins	1380 m
		Moor bei Morgins	1350 m
	Val d'Illiez:	Moor La Loëz	1110 m
		Moor Plamachaud	1800 m
	Val Champex:	Moor am Lac Champex	1475 m
		Moor Petschen-Champex	1400 m
	Val Finhaut:	Moor bei Marécottes	1030 m
		Moor Emosson-Barbérine	1785 m

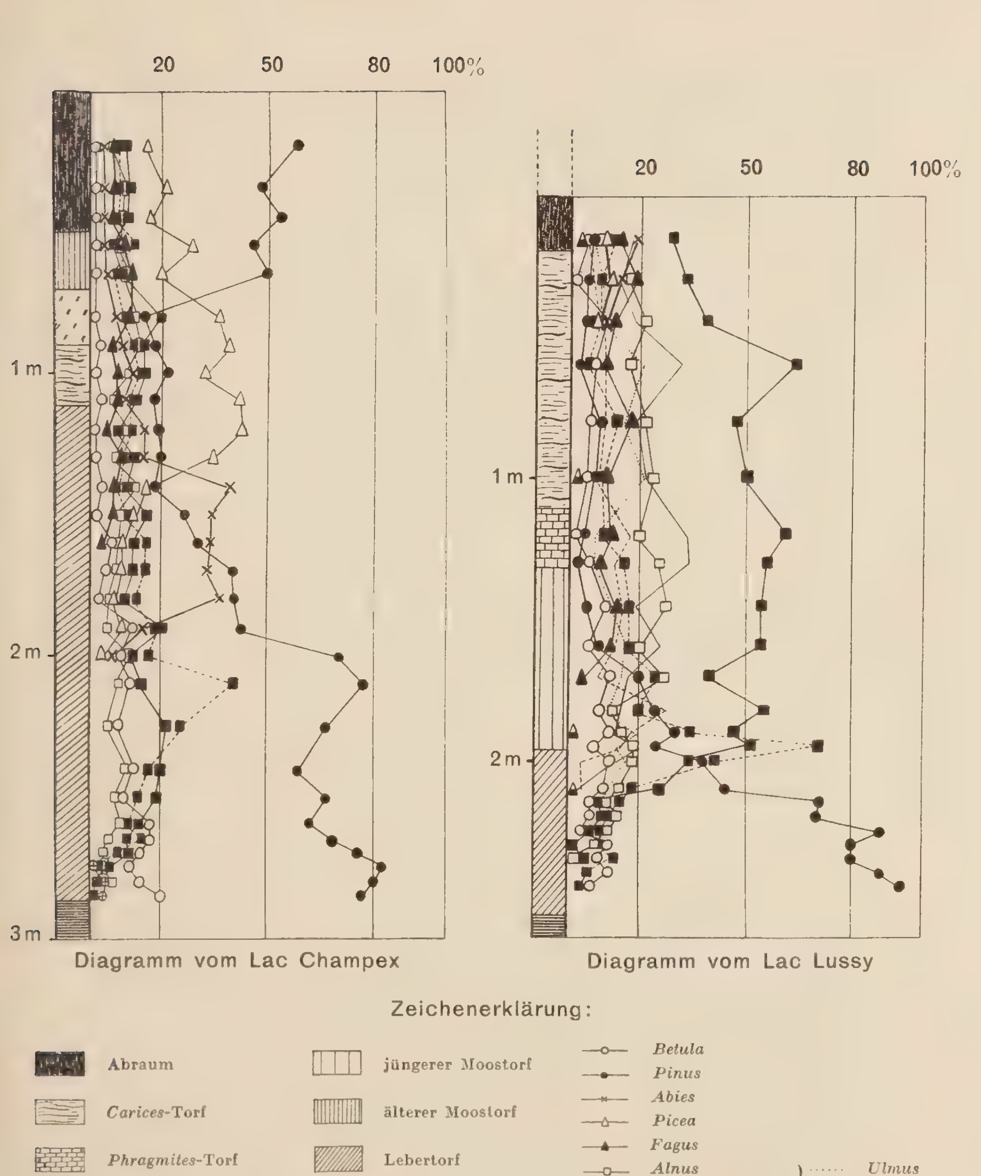
Waadt:

Voralpine Region:	Moor am Col des Mosses	1450 m
	Moor am Lac noir (Bretaye) . . .	1710 m
	Moor am Lac Bretaye	1775 m
	Moor Tenasses-Pleiades	1250 m
Mittelland:	Moor bei Bavois	445 m
	Etang d'Arnex	555 m
Jura:	Moor La Vraconnaz-Ste Croix . . .	1090 m
	Moor La Sagne-Ste Croix	1027 m
	Moor am Lac des Rousses (Frankr.) .	1059 m
	Moor bei Genolier	500 m

Freiburg:

Mittelland:	Moor am Lac Lussy-N-Ufer	827 m
	Moor am Lac Lussy-S-Ufer	825 m
	Moor La Rosière bei Semsales . . .	830 m
	Moor Porsel-Fiaugère	907 m
	La Mosse d'en Bas bei Le Crêt . .	895 m
	La Joux du Pont bei Le Crêt . .	880 m

Dieser vorläufigen Mitteilung seien zwei Diagramme beigegeben, welche die Grundzüge der Waldgeschichte der Westschweiz gut wiedergeben (Abb. 1). Das erste Diagramm stammt vom Moor am Lac Champex im Wallis, das andere aus dem Torflager am Südufer des Lac Lussy in der Umgebung von Châtel-St. Denis im Kanton Freiburg. Die für die Torfarten und die Pollenkurven verwendeten Zeichen sind in dieser Abbildung ebenfalls erläutert; es sind die allgemein üblichen Zeichen.



Zeichenerklärung:

Abraum
Carices-Torf
Phragmites-Torf
Eriophorum-Torf
jüngerer Moostorf
älterer Moostorf
Lebertorf
Lehm

Betula
Pinus
Abies
Picea
Fagus
Alnus
Eichenmischwald: *Ulmus*, *Tilia*, *Quercus*
Corylus
Salix
Carpinus

Abbildung 1.

Der Aufbau des Moores am Lac Champex war:

0— 50 cm Abraum, lebendes *Sphagnum*-Polster,
50— 70 cm *Sphagnum*torf oder älterer Moostorf,
70— 90 cm *Eriophorum*torf,
90—110 cm *Carices*torf,
110—287 cm Lebertorf,
287— cm hellblauer Lehm mit reichlicher Sandbeimengung.

Auf eine eingehende Besprechung der Schichtfolge, wie auch auf eine Behandlung der neben den Baumpollen auftretenden Fossilien verzichte ich hier, sie seien der eingehenden Arbeit über die Moore der Westschweiz vorbehalten. Die pollenanalytische Durchsicht der Probenserie ergab folgenden Entwicklungsgang des Waldbildes: In der Kiefernzeit setzt die Untersuchung ein. Die untersten Proben zeigen noch die vermehrte Ausbreitung der Birke in den ältesten Spektren, worin wir die vorausgegangene Birkenperiode angedeutet erblicken dürfen. Nach dem Höhepunkt der Kieferverbreitung, wobei ausschließlich die Bergkiefer vorhanden ist, erfahren die Laubbäume des Eichenmischwaldes eine bemerkenswerte Verbreitung. Sie sind heute in dieser Höhenlage nur in Einzelexemplaren vorhanden. In den gleichen Abschnitt fällt die vermehrte Ausbreitung des Haselstrauches. Er verzeichnet hier aber keine Vorherrschaft über die Waldbäume, sondern beschränkt sich auf ein einmaliges stärkeres Auftreten. Hernach stellen sich Tanne *(Abies)* und Fichte *(Picea)* ein. Von diesen verzeichnet die Tanne eine starke Ausbreitung, die zur Tannenzeit überführt. Es ist recht augenfällig, wie die Tanne nicht plötzlich die Kiefernwälder verdrängt hat, sondern sie muß diese in zähem Kampf durchsetzt haben, da ihr Anteil und derjenige der Kiefer sich in einigen Proben fast gleich bleiben. In diesem zweiten Abschnitt tritt schon die Buche auf, also deutlich früher als in den Mooren der Ostschweiz, selbst solcher tieferer Lagen. Die Fichte, die anfänglich nur geringere Werte an Blütenstaub lieferte, erobert sich nun die Vorherrschaft in der Waldzusammensetzung, wir sind in der Fichtenzeit. Diese erstreckt sich über eine längere Dauer. Während der beiden Abschnitte der Tannen- und der Fichtenvorherrschaft hat sich sedimentärer Lebertorf gebildet, dessen Bildungszeit bedeutend länger ist, als eine entsprechende Mächtigkeit an *Carices*- oder Hochmoortorf. Die Buche erfährt in dieser Höhenlage keine stärkere

Ausbreitung als dies heute der Fall ist. Mit dem sekundären Anstieg der Kiefernkurve schließt die Untersuchung der Torfschichten vom Lac Champex ab.

Wenn wir diesen Entwicklungsgang des Waldbildes nun mit den übrigen Mooren in den Walliseralpen vergleichen, so finden wir den „regionalen Parallelismus“ sehr schön ausgebildet. Alle Moore derselben Höhenlage in den auch weit voneinander entfernten Talschaften zeigen denselben Verlauf der Pollenkurven, müssen also den entsprechenden Gang der Waldbildung gehabt haben. Liegen die Moore höher, so ist die Fichtenperiode stärker ausgebildet. Die Tanne verzeichnet nur kleine Werte, die Buche fehlt, oder ist erst den obersten Proben sporadisch eingestreut. Die Komponenten des Eichenmischwaldes fehlen diesen Spektren höher gelegener Moore vollständig. Einzig die Erle zeigt einen entsprechenden Verlauf ihrer Kurve. An die Stelle des Haselstrauches tritt der Sanddorn *(Hippophaë)*, der jedoch auch nur in der späten Kiefernzeit eine vermehrte Ausbreitung erfahren hat.

Die tiefer gelegenen Moore zeichnen sich durch eine reichlichere Durchsetzung der Wälder durch Weißtannen und eine längere Dauer dieser Tannenphase aus. Im Moor bei Marécottes (Val Finhaut), dem einzigen Moor dieser Höhenstufe, in dem die ältesten Abschnitte noch enthalten sind, verzeichnet der Haselstrauch eine markante Ausbreitung, die mit 110% ihren Höhepunkt erreicht. Dieser Befund erinnert schon ganz an die voralpinen Verhältnisse der Moore der zentralen und östlichen Gebiete der Schweiz. In jenem Moor ist zufolge der geringen Höhenlage (1030 m) in den obersten Schichten auch noch die Edelkastanie *(Castanea)* nachzuweisen, die den tieferen Mooren und vor allem in den Mooren der Rhone-Ebene einen wesentlichen Bestandteil der jüngeren Spektren ausmacht. Die Untersuchung des bronzezeitlichen Pfahlbaues am Lac du Luissel bei Bex am Rand der Rhone-Ebene wird uns eine Datierung erlauben und uns ermöglichen, die einzelnen Abschnitte dieser Diagramme mit Sicherheit mit denjenigen der datierten Diagramme aus den übrigen Teilen der Schweiz zu vergleichen.

Eine „postglaziale Wärmezeit“ kann auch für das Wallis nachgewiesen werden. Doch wird die eingehende Besprechung der dafür sprechenden Befunde der höheren Wald- und Baumgrenzen an anderer Stelle erörtert werden. Stamm- und Astfunde sowie eine ausgesprochene Fichtenzeit der Moore im Val Finhaut und im Simplongebiet

sind deutliche Zeugen dafür. Der Entwicklungsgang dieser hochgelegenen Moore ist ein ganz ähnlicher wie in den Mooren der Zentralalpen Graubündens, wobei sich in diesen Mooren das frühere Auftreten einzelner Waldbäume, speziell der Buche, deutlich heraushebt.

Als Vertreter eines Moores aus dem westlichen schweizerischen Mittelland sei das Moor am Lac Lussy in der Umgebung von Châtel-St. Denis im Kanton Freiburg angeführt (Abb. 3). Der innere Aufbau des Moores war folgender:

0— 20 cm Abraum,
20—110 cm *Carices*torf,
110—130 cm *Phragmites*torf,
130—195 cm Moostorf,
190—255 cm Lebertorf,
255— cm lehmiger Sand.

Ich habe das Diagramm des Torflagers am Südufer dieses kleinen Sees gewählt, weil dieses Diagramm einen größeren Bereich der Waldgeschichte umfaßt, als das Diagramm vom Nordufer, in welchem uns nur das Ende der Eichenmischwaldzeit mit der darauffolgenden Ausbreitung der Tanne und Fichte erhalten ist.

Die untersten Proben vermitteln uns auch hier die Kiefernzeit. Der geringen Höhenlage entsprechend ist es die Waldkiefer. Neben Birke und Erle sind schon die Laubbäume des Eichenmischwaldes vorhanden, angeführt von Ulme und Linde. Der Haselstrauch erfährt am Ende der Kiefernperiode eine mächtige Ausbreitung, die zu einer Herausschälung der Haselzeit berechtigt. Diese ist jedoch nicht von einer so überragenden Haseldominanz begleitet, wie wir eine solche aus den Mooren der tieferen Lagen des Mittellandes her kennen. Dann erfährt der Eichenmischwald seine mächtige Ausbreitung, wir sind in der Eichenmischwaldzeit. Schon zu Beginn dieses Abschnittes tritt die Buche auf, während Tanne und Fichte erst in späteren Spektren nachzuweisen sind. Hierin erkennen wir ebenfalls die westliche Lage dieses Moores. Mit der Ausbreitung der Tanne schließt dieses Diagramm ab. Es wird nun aber durch die Untersuchung der Torfschichten vom Nordufer ergänzt. Jene Schichten vermitteln uns eine starke Ausbreitung von Tanne und Fichte. Vergleichen wir diese mit der Ausbreitung derselben Bäume in tiefer gelegenen Mooren der Westschweiz, so müssen wir die Moore der Gegend von Châtel-St. Denis

als Moore der „oberen Stufe“ des Mittellandes gruppieren. Zu ganz ähnlichen Befunden haben uns die Untersuchungen der Moore des Zürcher Oberlandes geführt. Eine Möglichkeit der archäologischen Datierung fehlt diesen Mooren, da aus der Westschweiz bis jetzt keine prähistorischen Moorsiedelungen bekannt sind.

Die „untere Stufe“ ist uns in den Mooren der Gegend zwischen Freiburg und Payerne (Seedorf-See, Briqueterie bei Cottens, Moor bei Onnens) enthalten, sowie in den waadtländischen Mooren von Bavois und am Etang d’Arnex. Diese Diagramme zeigen einen Verlauf der Baumkurven, der mit den Ergebnissen aus den übrigen Teilen des Mittellandes gut übereinstimmt, sich aber deutlich durch früheres Auftreten der Buche kennzeichnet. Die Waldentwicklung ist jedoch nicht mehr so einfach wie im mittleren und östlichen Teil des Mittellandes. Viele Faktoren haben durch ihr Zusammenspielen diese Waldphasen ergeben, deren Deutung erst durch zahlreiche Diagramme möglich sein wird.

Die voralpinen Moore der Waadt beginnen ebenfalls schon mit einer ausgesprochenen Kiefernzeit, an deren Ende sich eine vermehrte Ausbreitung der Hasel bemerkbar macht. Im Kulminationspunkt zeigt sich in den einzelnen Mooren deutlich die regionale Verschiedenheit, im Vorhandensein einer vermehrten Haselausbreitung der „regionale Parallelismus“ der Moore. An die Stelle des Eichenmischwaldes der Moore der „oberen Stufe“ des Mittellandes tritt auch in den westlichen Voralpen die Fichtenzeit, die ihrerseits von einer Tannenperiode abgelöst wird. Auf diese letztere folgt eine erneute Ausbreitung der Fichte, die in das heutige Waldbild überleitet. Eine postglaziale Wärmezeit erkennen wir hier in der starken Ausbreitung der Laubbäume des Eichenmischwaldes am Ende der Kiefernzeit, während des vermehrten Auftretens des Haselstrauches und zu Beginn der Fichtenzeit, sowie in den mächtigen Fichtenwerten selbst in den hoch gelegenen Mooren bei Bretaye am Chamossaire. Diese sind zudem durch reichlichen Holzgehalt belegt.

Die Moore des Waadtländer-Jura zeigen denselben Entwicklungsgang des Waldbildes, wie wir ihn aus den Untersuchungen der Moore des Neuenburger- und Berner-Jura her kennen *(Keller, Spinner)*. Mit der Kiefernzeit beginnen die Befunde. Neben der vorherrschenden Waldkiefer sind noch Bergkiefer, Birke und Haselstrauch, ganz vereinzelt auch Erle vorhanden. Der Haselstrauch zeigt am Ende der

Kiefernphase eine vermehrte Ausbreitung, die aber im Diagramm auf einen Anstieg der Kurve auf etwas über 20% beschränkt bleibt. Die Komponenten des Eichenmischwaldes verzeichnen in diesem Abschnitt ihr erstes Auftreten. Sie sind angeführt von der Linde, der erst viel später die Ulme folgt, während die Eiche fehlt. Dann geht die Vorherrschaft im Waldbild an die Tanne über, wir erkennen eine lang andauernde Tannenzeit. Jetzt erscheint schon die Buche, und kurz nach ihr die Fichte, wobei letztere allerdings anfänglich die größeren Werte zu verzeichnen hat. Die Werte des Eichenmischwaldes gehen merklich zurück, wir erkennen auch in diesen Mooren eine vermehrte Ausbreitung dieser Laubbäume am Ende der Kiefernzeit, was mit der Annahme der postglazialen Wärmezeit im Einklang steht. Hierauf stellt sich die Buche an die führende Stelle, wir haben die Buchenzeit, die sehr deutlich ausgebildet ist. In den meisten Mooren fehlt die Weiterentwicklung des Waldbildes, da diese Moore einem starken Torfabbau ausgesetzt waren und die obersten Schichten heute fehlen. Die Tanne erreicht von neuem die Vorherrschaft, die Fichte hat eine bemerkenswerte Ausbreitung, derzufolge die Buche auf die dritte Stelle zurückgestellt wird.

Wenn wir die Befunde an diesen östlichsten der Juramoore mit denjenigen des übrigen Jura vergleichen, so erkennen wir deutlich ein früheres Auftreten der Buche. Darin scheint uns die Annahme sich zu bestätigen, daß die Buche ihren Einwanderungsweg von Westen her genommen hat. Wieweit dieser atlantische Baum durch die Vereisung nach Westen gedrängt worden ist, darüber werden uns die Untersuchungen der französischen Moore Auskunft geben, die vom Verfasser in Angriff genommen worden sind.

BEITRAG ZUR KENNTNIS DER BEZIEHUNGEN ZWISCHEN VEGETATION UND BODEN IM ÖSTLICHEN AARMASSIV

Von *Werner Lüdi*, Zürich

In eingehender und vielseitiger Weise hat uns Emil Schmid[1]) Einblick in die Vegetationsverhältnisse des Reußgebietes zwischen Göschenen und Amsteg gegeben, und ihm folgte einige Jahre später Max Oechslin[2]) mit einer wertvollen Studie über die Wald- und Wirtschaftsverhältnisse dieser Gegenden. Im September 1933 veranstaltete die Schweizerische Botanische Gesellschaft, anschließend an die Session der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft in Altdorf unter der Leitung der beiden genannten Forscher eine Exkursion durch das Gebiet, und den Teilnehmern werden die schöne Reise und die liebenswürdige und anregende Führung unvergeßlich bleiben. Als Frucht dieser Reise sei hier eine kleine Studie vorgelegt, die einige Materialien zu weitern Forschungen Schmids oder Oechslins über die Vegetation dieses Gebietes bringen kann.

E. Schmid verfolgt in seinen Arbeiten eingehend die Zusammenhänge zwischen Vegetation und Boden, und da es wünschbar ist, auch zahlenmäßige Angaben über den Bodenzustand zu haben, so benutzte ich die Gelegenheit, eine Anzahl Bodenproben zu entnehmen. Die Möglichkeiten waren naturgemäß sehr beschränkt, und in Konzentration auf das Wesentlichste versuchte ich, die Böden der Klimaxgesellschaften der verschiedenen Höhenstufen zu sammeln, als die weitgehend allgemein klimatisch bedingten Endglieder der Bodenentwicklung, und daneben, soweit es anging, auch die mineralischen Rohböden in den Anfangsgesellschaften der Vegetationsentwicklung.

---

[1]) Schmid, Emil: Vegetationsstudien in den Urner-Reußtälern. Brügel & Sohn, Ansbach 1923 (164 S., 4 Taf. Abb.). Schmid, Emil: Vegetationskarte der obern Reußtäler. Beitr. z. Geobot. Landesaufnahme der Schweiz 16, 1930 (64 S., 2 Taf., farb. Vegetationskarte).

[2]) Oechslin, Max: Die Wald- und Wirtschaftsverhältnisse im Kanton Uri. Beitr. z. Geobot. Landesaufnahme der Schweiz 14, 1927 (209 S., Abb., farb. Vegetationskarte).

Die Reise ging durch das Maderanertal, Etzlital und Fellital, bewegte sich also ganz im kristallinen Aarmassiv, und zwar bestund das Gebirge im Maderanertal aus Gneißen und Amphiboliten von teilweise beträchtlichem Kalkgehalt, im Felli- und Etzlital aus Granit. Böden aus homogenem Alpenkalk wurden nur an der Windgälle und am Hüfigletscher gestreift. Auf einer zweiten, privaten Exkursion wurden zwei Wochen später noch eine Anzahl Böden in der Umgebung von Amsteg, wiederum in Gneißgebiet, aber in der Montanstufe gelegen, gesammelt.

Die Untersuchung der Böden erfolgte auf einige Eigenschaften, denen für die Vegetation besonderer indikativer Wert zukommt und die verhältnismäßig rasch und einfach bestimmt werden können. Es wurden festgestellt die Wasserstoffzahl (pH, elektrometrisch), der Karbonatgehalt, der Glühverlust, die Färbung des Glührückstandes und der Gehalt an adsoptiv ungesättigtem, kolloidalem Humus in ammoniakalischer Lösung. Der Glühverlust kann annähernd dem Humusgehalt gleichgesetzt werden, um so eher, als keine Tonböden dabei waren. Der beim Glühen eintretende Verlust an Kohlensäure aus den Karbonaten wurde zurückgerechnet. Es wurde versucht, den Gehalt an ungesättigtem Humus quantitativ zu erfassen, wenigstens zur gegenseitigen Vergleichung der Böden. Zwei Gramm lufttrockener Boden wurden mit 10 cm³ 2% Ammoniak geschüttelt (eine halbe Minute genügt) und dann abfiltriert. Dann wurde das hellgelbe Filtrat des Bodens Nr. 5, in 15 mm dicker Schicht gefärbt wie Nr. 153b im Code des couleurs von Klincksieck und Valette, als Einheit angenommen und die übrigen Filtrate bis auf diese Normalfarbe verdünnt. Das Vielfache an Wasser, das dem Filtrat bis zur Verdünnung auf die Normalfarbe zugesetzt werden mußte, gibt ein ungefähres Maß für den ungesättigten Humus, bezogen auf den Boden 5 als Einheit. Bei den Humusböden wurde entweder nur 1 g Boden oder dann 20 cm³ ammoniakalische Lösung benutzt. Das Ergebnis wird dadurch nicht wesentlich verändert.

Die Ergebnisse der Untersuchung der Böden sind in der Tabelle zusammengestellt. Wir wollen im folgenden versuchen, sie in aller Kürze mit der Vegetation in Beziehung zu bringen. Für die eingehende Darstellung der Pflanzengesellschaften müssen wir auf die genannten Studien von Schmid verweisen.

Die Nummern 1—9 stammen aus dem jungen Gletscherboden des Hüfigletschers, der seit der Mitte des vergangenen Jahrhunderts stark zurückgegangen ist und einen mit Kies und Sand gefüllten Boden sowie am äußeren Ende eine kleine Rundhöckerlandschaft (1440—1470 m) freiließ. Nach freundlicher mündlicher Mitteilung von Herrn Max Oechslin war im Jahre 1871 noch der größte Teil des Rundhöckers und im Jahre 1883, aus dem Oechslin eine Photographie besitzt, noch der ganze Gletscherboden vom Eis bedeckt. Schmid gibt an, daß um 1850 die höchsten Teile des Rundhöckers eisfrei wurden. Die Felsunterlage ist Gneiß; aber der aus dem Kalkgebiet herunterfließende Gletscher häufte Kalkschutt auf, der auch den Rundhöcker mit einem bald dickeren, bald dünneren Mantel von Moränenschutt überzieht.

Die Vegetation dieses Gletscherschuttgebietes, die 1923 von E. Schmid eingehend geschildert wurde, ist denn auch die des Kalkgebirges, und besonders scharf hebt sich der junge Rundhöcker durch seine hellgrüne Färbung von den außerhalb liegenden, beim letzten Gletschervorstoße nicht erreichten Rundhöckern ab, die sämtlich verheidet sind. Um festzustellen, ob die Böden seit dem Rückzuge des Eises unter der Einwirkung des Klimas bereits Veränderungen durchgemacht haben, wurden in verschiedener Entfernung vom Gletscher Bodenproben entnommen: Zwei Proben (Nr. 1—2), die eine sandiger, die andere mergeliger Art, auf jungen Alluvionen im hintersten Teile des Gletscherbodens, der als Vegetation an diesen Stellen beinahe nur *Saxifraga aizoides* trägt, daneben etwas *Gypsophila repens*, *Cerastium strictum*, *Anthyllis vulneraria*, *Epilobium Fleischeri*, *Scabiosa lucida* und andere Arten. Zwei weitere Proben (Nr. 3—4) in älterer Alluvion im vorderen Teil des Gletscherbodens, der an dieser Stelle vor rund fünfzig Jahren eisfrei geworden ist, aber vermutlich noch wesentlich später vom Gletscherbach bearbeitet wurde. Bereits ist hier eine humose Oberschicht des Bodens in Bildung begriffen, allerdings erst einige Millimeter mächtig. Sie entsteht vor allem durch die ausgedehnten Moosrasen (*Tortella tortuosa* und *T. inclinata*). Die Vegetation der Blütenpflanzen ist beinahe geschlossen und besteht aus den bereits genannten Arten, zu denen noch in größerer Häufigkeit hinzukommen *Trifolium pratense*, *Bellidiastrum Michelii*, *Carduus defloratus*, *Leontodon hispidus*. Die eigentlichen Rasenbildner treten noch stark zurück. Die Proben Nr. 5—7 stammen vom Hang

ÜBERSICHT ÜBER DIE UNTERSUCHTEN BODENPROBEN

Nr.	Herkunft	Bestand (Bodenproben, wo nichts bemerkt, aus ± 5 cm Bodentiefe)	Beschaffenheit des Bodens	pH	Glühverlust %	Färbung des Glührückstandes	Karbonatgehalt %	Ungesättigter Humus
1.	Gletscherbod. d. Hüfigletsch., 1440-1470 m	junge Alluvion, 0–5 cm	sandig, grau	8,20	3	graulich	55	—
2.	"	"	mergelig, graulich	8,58	3	bräunlich	65	—
3.	"	ältere Alluvion	sandig, graulich	8,14	4	graulich	47	-
4.	"	"	" "	8,21	6	"	45	—
5.	"	junger Rundhöcker, Hang	sandig-humos, dunkel	7,62	23	dunkel-rotbr.	8	1,5
6.	"	"	" "	7,60	13	"	27	0,75
7.	"	"	mergelig, graulich	7,76	6	bräunlich	56	1
8.	"	" Rücken unt. *Dryas*	humos, schwärzlich	6,85	42	braun	0,5	5
9.	"	" Rücken unt. *Vaccinium myrt.*	humos, dunkelbraun	6,37	53	"	—	10
10.	" 1400 m	alter Rundhöcker, unter *Vaccinien*	Rohhumus, d'braun	3,75	71	hellrot	-	240
11.	" "	alter Rundhöcker, unter *Calluna*	" "	3,91	61	"	—	180
12.	Maderanertal b. Hotel S.A.C., 1240 m	Piceetum excelsae	" sandig "	4,11	29	dunkelrot	-	140
13.	"	"	" "	3,84	54	bräunlich	—	160
14.	Golzerensee, 1400 m	Trichophoretum caesp.	" "	4,91	87	rötlich	—	260
15.	"	"	" "	4,58	89	graulich	—	280
16.	Etzlital, 1680 m	Granit-Geröllhalde (Allosoretum)	erdig, grau	5,36	7	braunrot		50
17.	"	"	erdig, graubraun	5,17	7	"	—	40
18.	Etzliboden, 2080 m	Alluvion, unt. *Deschampsia caesp.*	tonig-sandig, graulich	4,70	10	"		20
19.	"	Alluvion unt. *Cerastium pedunc.*	tonig, hellgrau	5,81	2	"	—	?
20.	Pörtlilücke, 2510 m	Curvuletum, 2-8 cm Tiefe (Horiz. A)	sandig-humos, graubraun	4,62	13	hellrot	-	170

Nr.	Herkunft	Bestand (Bodenproben, wo nichts bemerkt, aus ± 5 cm Bodentiefe)	Beschaffenheit des Bodens	pH	Glühverlust %	Färbung des Glührückstandes	Karbonatgehalt %	Ungesättigter Humus
21.	Pörtlilücke, 2510 m	ebenda, 10-15 cm Tiefe (Horiz. B)	sandig, rotbraun	5,05	10	leicht ziegelr.	—	280
22.	Pörtlialp, 2130 m	Callunetum, a. Steilhang	sand.-hum., schwärzl.	4,72	14	braunrot	—	100
23.	,,	,,	,, ,,	4,57	13	rötlich	—	100
24.	,,	,,	,, ,,	4,43	14	braunrot	—	100
25.	,,	Callun. in flacher Lage	brauner Rohhumus	3,73	77	grau	—	ca. 400
26.	Fellital bei d. Treschhütte, 1350 m	Piceetum unter Moosrasen, 0–5 cm Tiefe	brauner, wenig zersetzter Rohhumus	3,76	93	,,	—	120
27.	,,	,,	,,	4,70	95	,,	—	140
28.	Amsteg, 565 m (Zwinguri)	Gneiß-Rundhöcker, Nordseite	Rohhumus, d'braun	4,44	83	braunrot	—	220
29.	Amsteg gegen Frenschenberg, 590 m	Föhrenwald, 35°, W-Exp., Boden nackt	Braunerde mit reichl. Steinen	4,43	15	kräft. ziegelr.	—	80
30.	,,	,,	,,	4,67	10	,,	—	60
31.	ebenda, 620 m	Föhrenwald, 35° S-Exp., Boden nackt, 0-3 cm Tiefe	humos, viel Steine, graulich	4,56	11	,,	—	40
32.	,,	ebenso, 5-10 cm Tiefe	wie Nr. 29	4,63	6	,,	—	40
33.	,,	ebenso, unter *Calluna*	wie Nr. 31	4,74	7	,,	—	50
34.	,,	ebenso, unter *Calluna* und *Vaccinien*	wie Nr. 29	4,46	11	,,	—	50
35.	,,	Föhrenwald, 35° WNW-Exp., unter *Molinia*, 0–3 cm Tiefe	humos, dunkelbraun, etw. Steine	4,11	21	,,	—	90
36.	,,	ebenso, 5-10 cm Tiefe	wie Nr. 29	4,56	8	,,	—	50
37.	Silenen am linken Talhang, 530 m	*Tilia cordata*-Wald	mehl., hum., schwärzl. zwisch. d. Si-Blöken eingelagert	4,85	52	dunkel-rotbr.	—	80
38.	,,	,,	,,	5,85	37	,,	—	60
39.	,,	,,	,,	6,32	36	,,	—	6

des jungen Rundhöckers, den das Eis vor rund sechzig bis achtzig Jahren frei ließ. Auch hier spielen die *Tortella*-Rasen als Pioniere und Humushäufer eine große Rolle. Im übrigen sind die Bestände noch wenig ausgeglichen, resp. in der Ausscheidung nach Kleinstandorten begriffen. In den kleinen, kiesigen oder sandigen Mulden herrscht meist *Carex ferruginea*, ebenso an den frischen Hängen, hier zusammen mit *Calamagrostis varia*, *Festuca rubra*, *Epilobium Fleischeri* und einzelnen Hochstauden. An den trockeneren Hängen haben sich vor allem *Carex sempervirens* und *Sesleria coerulea* ausgebreitet, mit viel *Anthyllis* und *Dryas octopetala*. Auf dem flachen Rücken des Rundhöckers (Nr. 8—9) finden wir dieseVegetation auch noch. Da der Boden hier aber zeitweise stark austrocknet, so ist besonders Spaliergesträuch zur Ausbreitung gekommen, *Dryas octopetala* und *Helianthemum grandiflorum*. Dazu stellen sich reichlich ein *Anthyllis* und *Oxytropis montana*, vor allem aber in freien Teppichen und im Spaliergesträuch lebende und abgestorbene Moosrasen (hauptsächlich wieder *Tortella*). Die Humushäufung ist bedeutend stärker, namentlich unter den dichten *Dryas*-Spalieren, und daß eine ausgesprochene Veränderung des Bodens in Vorbereitung ist, zeigt sich bereits in dem Eindringen von *Vaccinium myrtillus* in die basiphile Vegetation. Zum Vergleich wurden auch den etwas talauswärts liegenden alten Rundhöckern Bodenproben entnommen (Nr. 10—11). Sie tragen auf dem Rücken Bestände von *Calluna vulgaris* und der *Vaccinien* in allen Übergängen zu *Nardus stricta*-Beständen, die wohl durch den Weidgang entstanden sind, und die Mulden sind von stark ausgetrockneten *Trichophorum caespitosum*-Sümpfchen eingenommen, deren Böden ähnliche, doch eher minderwertigere Beschaffenheit aufweisen dürften wie die viel größeren und floristisch reicheren Trichophoreten am Golzerensee (Nr. 14—15).

Der Vergleich der verschiedenen Böden in der Tabelle und noch besser die nach den einzelnen Lokalitäten zusammengezogene Darstellung im Diagramm (Abb. 2) zeigt, daß die Bodenreifung verhältnismäßig rasch vor sich geht. Sogar auf dieser kalkreichen Unterlage sind in den obersten Bodenschichten (die Proben wurden in 1—5 cm Tiefe entnommen) innerhalb etwas mehr als einem halben Jahrhundert Auslaugungen festzustellen, die bis zur Kalkfreiheit und zum Beginne der Rohhumushäufung führen. Als erster Vorgang erfolgt die Lösung und Auswaschung der Karbonate. Langsamer setzt die Humus-

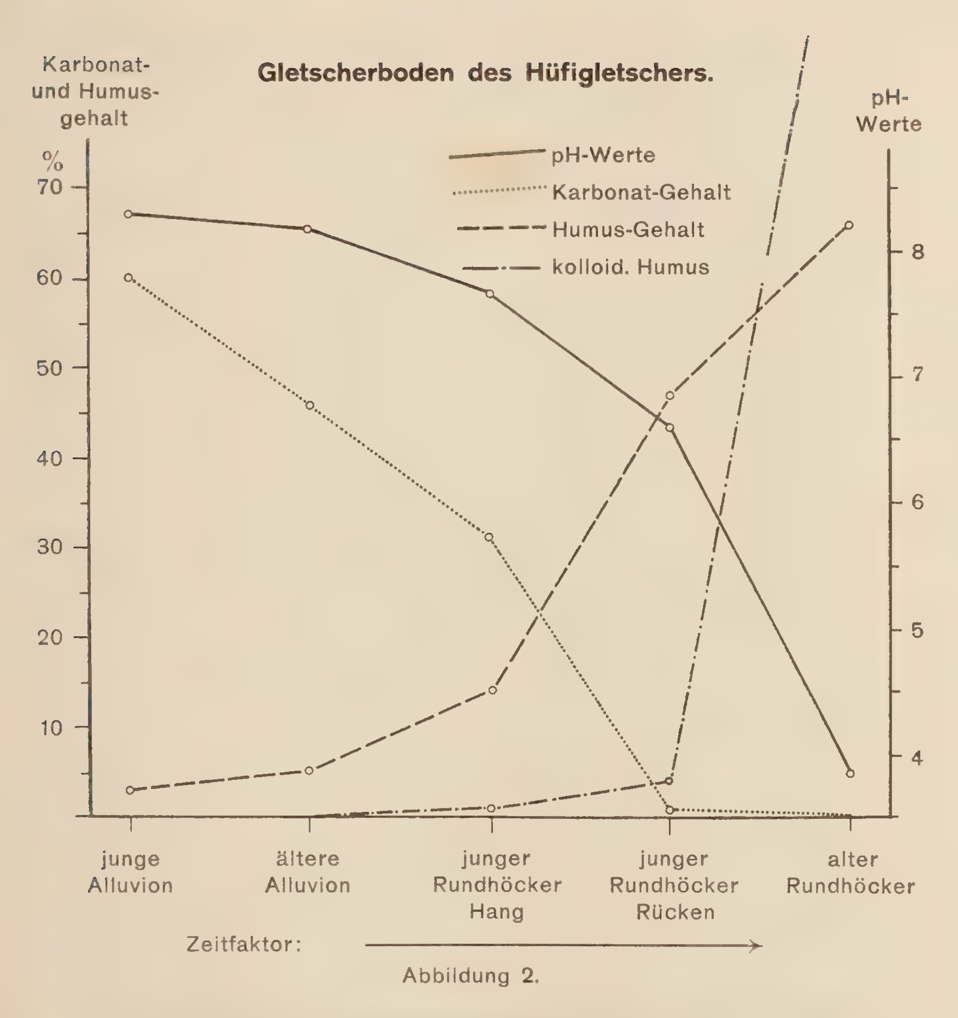


Abbildung 2.

einlagerung ein. In dem Augenblicke, wo die Karbonatauswaschung annähernd beendigt ist, nehmen Humusgehalt und Zahl der Wasserstoffionen stark zu, und so wie die Zunahme der Wasserstoffionen anfänglich hinter der Abnahme des Kalkgehaltes zurückbleiben muß, so folgt auch die Bildung des adsorptiv ungesättigten Humus erst verspätet der Humushäufung im Boden, da die tote Substanz rascher erzeugt als zerstört wird.

Die Entwicklung der Vegetation müßte in dieser Höhenlage schließlich zum Fichtenwald als Klimax-Gesellschaft führen. Die Proben Nr. 12 und 13 geben die Bodenverhältnisse in einem in der Nähe etwas talabwärts gelegenen Fichtenwalde wieder (1230—1250 m). Er steht auf einem Schutthang, der etwa 25° gegen Süden geneigt ist und zeigt die floristische Zusammensetzung des typischen Piceetum excelsae. *Hylocomien* und *Plagiothecium undulatum* bilden eine üppige, aber stellenweise unterbrochene Decke; *Vaccinium myrtillus* ist häufig, aber nicht herrschend, Farne, *Oxalis acetosella*, *Majanthemum bifolium*, *Galium rotundifolium*, *Prenanthes purpurea*, *Hieracium murorum* sind reichlich eingestreut, saprophytische *Orchideen* spärlich vorhanden, vereinzelt auch *Asperula odorata* und *Sanicula europaea*. Der Rohhumus bildet keine geschlossene Decke, sondern ist meist mit dem sandig-tonigen Mineralboden vermischt. In diesen Waldtyp dürfte der Schutthang des jungen Rundhöckers am Hüfigletscherboden einmal übergehen, während der Rücken mit den ungünstigeren Bodenverhältnissen wohl einen geschlossenen Bestand von Vaccinium myrtillus und Rhododendron ferrugineum als Unterwuchs tragen wird, wenn nicht der Mensch störend eingreift.

Einem Piceetum von bedeutend ungünstigerer Beschaffenheit sind die Bodenproben 26 und 27 entnommen. Es wächst auf einer Granitblockhäufung im Fellital bei der Treschhütte (1350 m). Die Bäume wurzeln in den Spalten zwischen den Blöcken, die überall noch große Hohlräume überdecken. Oberflächlich ist wenig Schutt vorhanden, und die Blöcke sind von mächtiger Moosdecke überzogen, unter der oft gar kein mineralischer Schutt liegt, so daß außerordentlich hohe Glühverluste eintreten, reine, hellgraue Aschen übrigbleiben, wie bei unsern beiden Proben. Auch diese Böden besitzen trotz des Humusreichtums und der hohen Azidität relativ wenig ungesättigten Humus, was, wie bei den Böden auf dem Rücken des jungen Rundhöckers, mit dem geringen Grade der Humuszersetzung zusammenhängt. Die Begleitflora ist die des typischen Piceetums; an der Stelle, wo die beiden Proben entnommen wurden, wuchsen reichlich *Oxalis acetosella* und *Linnaea borealis*, die hier ihre einzige bekannte Fundstelle im Reußgebiete besitzt.

Die Böden Nr. 16—17 stammen aus einer Granitgeröllhalde des oberen Etzlitales (1680 m). Das Geröll ist ziemlich ruhend (Nei-

gung rund 25° gegen Osten) und enthält zwischen dem Blöcken viel Feinerde, die humusarm und von mäßiger Azidität ist. Die kräftige, braunrote Färbung des Glührückstandes zeigt an, daß der Boden noch nicht gebleicht ist, die Sesquioxyde noch nicht ausgelaugt sind. Die Vegetation ist die des *Allosoretum crispi*, der Pioniergesellschaft auf subalpinem Granit- und Gneiß-Grobgeröll. *Allosorus crispus* dominiert; häufig sind auch *Athyrium alpestre*, *Agrostis tenella*, *Luzula spadicea*, *Rumex scutatus*, *Oxyria digyna*, *Cardamine resedifolia*, *Viola biflora*, *Ligusticum mutellina* und *Adenostyles alliariae*. Die Deckung der Vegetation beträgt etwa 50%. Der Bestand würde bei weiterer Entwicklung voraussichtlich in Hochstaudenfluren des Adenostyletum alliariae-Typus übergehen oder in das außerordentlich nahestehende Alnetum viridis. Klimax-Gesellschaft ist hier noch das Piceetum, aber bereits im Übergang gegen das Rhodoretum ferruginei.

Die Böden Nr. 18 und 19 stammen aus einer Pioniergesellschaft der Rhodoretum-Stufe, aus dem von den Gletscherbächen stets wieder durchwühlten Etzliboden (2080 m), in dem die Entwicklung der Vegetation auch durch die lange Schneebedeckung gehemmt ist, so daß Schneetälchen vorherrschen. Die aus dem Wurzelwerk zweier Besiedler dieser Rohböden herausgenommene Erde zeigt in den Wurzeln von *Cerastium pedunculatum* noch die Verhältnisse des Rohbodens und in den dichten Horsten von *Deschampsia caespitosa var. alpina* bereits ziemlich starke Anreicherung an Humus und Wasserstoffionen, aber noch keine Bleichung und wenig ungesättigten Humus.

Die hochgelegenen Zwergstrauchbestände im Rhodoretumgürtel sind im Gebiete häufig als Calluneten ausgebildet, namentlich an den austrocknenden Sonnhängen. Auf der Pörtlialp reichen am Südhang die Callunabestände bis in etwa 2250 m Höhe. Floristisch und mit Bezug auf die obersten Bodenhorizonte sind die Calluneten an den Steilhängen wesentlich anders zusammengesetzt, als die der nach unten anschließenden, mehr flach gelegenen Böden. Wir stellen nachstehend je eine Bestandesaufnahme der beiden Typen einander gegenüber. In der Tabelle der Bodenuntersuchungen enthalten die Nummern 22—24 drei Bodenproben aus dem Bestande am Steilhang, die Nummer 25 eine solche aus dem Callunetum in flacherer Lage.

Callunetun auf der Pörtlialp

a) am steilen Südhang (30—40°), 2120—2150 m, 200 m², b) am flachen Südwesthang (ca. 20°), 2100 m, 100 m².
Beide auf Granit-Schutt.

	a	b		a	b
Juniperus nana	2	1	*Bupleurum stellatum*	+	
Rhododendron ferrugineum	1	1	*Laserpitium Halleri*	2	
Loiseleuria procumbens		1	*Gentiana (purpurea)*	1	1
Vaccinium vitis idaea	2	1	*Gentiana ramosa*	1	
Vaccinium myrtillus	2	1	*Ajuga pyramidalis*	+	
Vaccinium uliginosum	2–	2	*Rhinanthus glacialis*	2	
Calluna vulgaris	4–	5	*Pedicularis tuberosa*	1–	
Anthoxanthum odoratum	1		*Galium pumilum*	1	
Agrostis tenella	2		*Phyteuma orbiculare*	+	
Deschampsia flexuosa	2	1	*Phyteuma betonicifolium*	1	
Avena versicolor	1–		*Campanula barbata*	1	
Carex sempervirens	1		*Campanula Scheuchzeri*	+	
Luzula silvatica	1		*Solidago aurea*	1	
Luzula lutea	2		*Homogyne alpina*	1	1
Juncus trifidus		1	*Arnica montana*	2	
Silene inflata	1		*Senecio doronicum*	2	
Silene rupestris	+		*Hypochoeris uniflora*	1	
Anemone sulfurea	2		*Leontodon pyrenaicus*	2	1
Sempervivum montanum	1		*Hieracium intybaceum*	+	
Ranunculus montanus	1		*Polytrichum juniperinum*	1	2
Sieversia montana	2		*Hylocomium Schreberi*		1
Potentilla aurea	+		*Dicranum scoparium*		1
Alchemilla alpina	+		*Cladonia silvatica*		3
Trifolium alpinum	1		*Cladonia gracilis*		+
Lotus corniculatus	1		*Cetraria islandica*		2

Der Bestand vom steilen Hang ist artenreich und enthält vor allem auch eine große Zahl von Arten, die für Rasengesellschaften, namentlich das Caricetum sempervirentis charakteristisch, und hier sowohl in den offenen Teilen zwischen dem Zwerggesträuch als auch in diesem drin zu finden sind. Das Callunetum in der flachen Lage enthält nur vereinzelt eingesprengte und meist steril bleibende Individuen von Blütenpflanzen, und auch die offenen Räume zwischen dem Heidekrautgesträuch bleiben unbewachsen. Dagegen haben sich azidiphile Flechten und Moosteppiche ziemlich ausgebreitet. Die Ursache für diese floristischen Verschiedenheiten liegt wohl in der Bodenbeschaffenheit, die wiederum eine Funktion der Neigung des Hanges ist. In der flachen Lage findet sich als Unterlage eine mächtige Decke von mineralarmem Rohhumus, der sehr sauer und ungemein reich an adsorptiv ungesättigten Humuskolloiden ist. Am steilen Hang werden

die oberflächlichen Bodenschichten immer wieder ausgewaschen, so daß allerdings ein sandig-schwärzlicher Residualboden entsteht, aber keine geschlossene Humusdecke zustande kommt. Infolge dieses Vorganges ist der Humusgehalt des Bodens und namentlich auch der Gehalt an ungesättigtem Humus verhältnismäßig klein. Der Bestand am Hange muß noch unbedingt zu den Übergangsgesellschaften gerechnet werden; der auf der ebeneren Fläche dürfte ein Schlußglied der Vegetationsentwicklung für diese Höhenstufe sein, wobei allerdings die Stellung zum Rhodoretum und die Einwirkung der Beweidung noch abzuklären bleiben.

Zwei Böden (Nr. 20—21) stammen aus dem Curvuletum, der Klimax-Gesellschaft in dem obersten Blütenpflanzengürtel. Der Bestand war zwar typisch ausgebildet aber artenarm, wie gewöhnlich in den Nordalpen. Der Boden zeigte schon an Ort und Stelle das Podsolprofil, einen graubraunen, nahe der Oberfläche schwärzlichen Auslaugungshorizont, darunter einen wenig mächtigen, rotbraunen Anreicherungshorizont und den grauen Rohboden. Die Analyse bestätigte diese Feststellung. Auffallend ist der geringe Gehalt an Humus in der Oberflächenschicht bei großem Gehalt an kolloidal ungesättigten Humusstoffen. Wahrscheinlich wird durch die heftigen Winde dieser Paßlücke andauernd ein großer Teil der absterbenden organischen Stoffe ausgeblasen, während der hochdisperse Humus sich, gebunden an die mineralischen Bodenteilchen, trotzdem anreichert.

In den Tieflagen des Gebietes unterscheidet Schmid zwei Hauptphytocoenosen, die Quercus sessiliflora- Tilia cordata- Hauptcoenose und die Buchenhauptcoenose, denen wohl noch die Pinus silvestris-Hauptcoenose anzufügen wäre (1930, S. 23—25), wobei die Hauptphytocoenose als ein Verband von Pflanzengesellschaften aufzufassen ist, der aus einer regional bedingten Coenose und den floristisch verwandten, lokalbedingten Coenosen besteht. Der wahre Träger der Hauptcoenose, die regional bedingte Coenose, ist eigentlich eine Klimax-Gesellschaft, aber für ein begrenztes Gebiet, in dem sie auftritt, nicht unbedingt Klimax, sondern kann auch durch lokal wirkende Umweltfaktoren bedingt sein. In der Gegenwart können wir die Montanstufe unseres Untersuchungsgebietes als Ganzes dem Buchenklimax zuzählen. Sowohl die Eichen-Linden-Hauptcoenose als auch die Föhren-Hauptcoenose haben sich nur an lokalklimatisch

oder edaphisch für sie besonders günstigen Stellen, zum Teil unter fördernder Einwirkung des Menschen, zu erhalten vermocht und müssen als Restvegetation in dem Vegetationsgebiet der später eingewanderten Buche bezeichnet werden (Postklimax).

Auch Schmid selber weist mehrmals auf diese lokalklimatische Bedingtheit der Eichen-Linden- und der Waldföhrenwälder hin (z. B. 1923, S. 53; 1930). Wie mir Max Oechslin mitteilt, hält er die Wirkung des Menschen auf die Eichen-Lindenbestände und auch auf die Föhrenwälder vorzugsweise als für ihr Bestehen günstig. Buchen-, Eichen-Linden- und Föhrenwald sind heute nur in sehr zerstückelten Beständen vorhanden, wobei nach dem Gesagten die Arealaufsplitterung bei Eichen-Linden- und Föhrenwald durch die Bindung an lokal wirkende Umweltfaktoren gegeben ist, beim Buchenwald in weitgehendem Maße durch die Tätigkeit des Menschen, der vor allem die guten Böden für seine Wiesen und Felder reutete und durch die Art der Bewirtschaftung die Umwandlung von Buchenbeständen und vielleicht auch von Eichen-Lindenbeständen in Föhrenbestände förderte.

Auf der zweiten Exkursion konnten die Föhrenwälder oberhalb Amsteg, am Eingang ins Maderanertal, die wir auf der Hauptexkursion nur rasch durchschritten hatten, eingehender untersucht werden. Sie liegen in Süd- bis West-Exposition am steilen Hang (ca. 35°), auf Gneißunterlage. Die Begleitvegetation ist sehr spärlich sowohl in bezug auf Arten- als auch in bezug auf Individuenzahl und besteht aus azidiphilen Arten. Die Bodenoberfläche ist vorwiegend glatt und nackt; verhältnismäßig häufig sind *Deschampsia flexuosa*, *Luzula nivea*, *Molinia coerulea*, *Vaccinium vitis idaea*, *Vaccinium myrtillus*, *Calluna vulgaris*, *Hieracium sabaudum ssp. nemorivagum* und *Hieracium murorum ssp. tenuiflorum*. *Molinia*, *Vaccinium myrtillus* und *Calluna* finden sich oft in großen Herden. Der Boden (Nr. 31—36) ist sandig-tonig und sehr steinig, humusarm, und muß als degradierte Braunerde bezeichnet werden. Stellenweise ist eine dünne, oberflächliche Humusschicht vorhanden; doch ist jedenfalls die Abschwemmung und Humuszersetzung zu groß, als daß sich eine stärkere Häufung bilden könnte. Auch der Gehalt an adsorptiv ungesättigtem Humus ist gering. Alle diese Böden sind stark sauer, aber nicht ausgebleicht. Von Oechslin, und neuerdings auch von Schmid, wird darauf aufmerksam gemacht, daß diese südexponierten Flanken dem Föhn-

wind stark ausgesetzt seien und infolgedessen sich hier die empfindlichere Buche gegenüber der Föhre nicht halten könne, und es ist in der Tat auffallend, wie in den vor dem Winde etwas geschützten Gräben und in den Schattenlagen sich gleich die Buchenbestände einstellen. Doch bildet der Föhnwind nur einen von mehreren Faktoren, die auf das Gedeihen der Buche ungünstig einwirken. Wirksamer dürfte die ungünstige chemische Bodenbeschaffenheit sein und die Flachgründigkeit des Bodens, die an den steifen Sonnhängen intensive Austrocknung mit sich bringt. Wenn der Föhnwind wirklich eine ausschlaggebende Bedeutung erlangt, so wahrscheinlich nur, indem er sich zu den übrigen ungünstigen Umweltfaktoren gesellt und gewissermaßen den Topf zum Überlaufen bringt.

Richtige Buchenwälder haben wir keine angetroffen, Eichen-Lindenbestände von typischer Zusammensetzung und einiger räumlicher Ausdehnung scheinen nicht leicht zu finden zu sein. Auf der zweiten Exkursion habe ich am linken Talhang gegenüber Silenen einen ziemlich ausgedehnten hochstämmigen Bestand von Tilia cordata gefunden, dessen Begleitflora sich aber bei näherem Zusehen als mit der des Buchenwaldes viel näher verwandt erwies, als mit dem Eichen-Lindenwald, wie ihn Schmid schildert, und der sich vorwiegend durch xerische Arten auszeichnet, obschon die mesophilen Arten des Fagetums in der Zusammenstellung seiner Aufnahmen nicht fehlen.

Wir geben nachstehend die floristische Aufnahme des Bestandes. Lindenwald am linken Talhang gegenüber Silenen, 520–530 m. Expos. rund 30⁰ E. 200 m².

5 *Tilia cordata*
2 *Picea excelsa*

2 *Corylus avellana*
1 *Prunus avium*

1 *Polypodium vulgare*
1 *Athyrium filix femina*
1 *Poa nemoralis*
2 *Luzula nivea*
1 *Majanthemum bifolium*
1 *Anemone hepatica*
1 *Rubus idaeus*
2 *Fragaria vesca*
1 *Vicia sepium*
1 *Viola silvatica*
2 *Mercurialis perennis*
3 *Oxalis acetosella*
1 *Epilobium montanum*
1 *Geranium robertianum*
1 *Impatiens noli tangere*
\+ *Hypericum montanum*
1 *Vaccinium myrtillus*
2 *Lamium galeobdolon*
1 *Salvia glutinosa*
2 *Veronica urticifolia*
2 *Asperula odorata*
1 *Knautia silvatica*
1 *Lactuca muralis*
2 *Solidago virga aurea*
2 *Hieracium murorum*
Mnium undulatum (häufig)

Brachythecium rutabulum (häufig)	*Hylocomium triquetrum*
Thuidium delicatulum	*Polytrichum commune*
Isothecium viviparum	*Peltigera canina f. leucorrhiza*

Der Wald wird als Mittelwald bewirtschaftet. Die Lindenbäume sind als 20 bis 30 cm dicke Hochstämme locker gestreut. Dazwischen stehen dichter gestellte Lindenstockausschläge mit etwa zehnjährigen Trieben. Die Fichten müssen in wenig zurückliegender Zeit zahlreicher gewesen sein; kräftige Strünke sind in beträchtlicher Zahl erhalten. Dagegen ist der Fichtennachwuchs sehr gering. So weist der Wald in seinem Oberwuchs die Zeichen intensiver Beeinflussung durch den Menschen auf, der ihn vielleicht schon vor Jahrhunderten aus einem Buchenwald umgeschaffen hat.

Die Bodenverhältnisse dieses Bestandes sind in den Nummern 37—39 der Bodenproben dargestellt. Der Boden ist von Blöcken und Grobschutt bedeckt, die Feinerde erst in der Tiefe zu finden und auch dort nur spärlich zugänglich in Form von schwarzmehligem Humus. Wie die Untersuchung zeigt, ist der Humusgehalt dieses Bodens sehr groß, der Gehalt an ungesättigtem Humus und die Azidität aber sehr wechselnd. Die Probe 37 mag ein ungünstiges Extrem darstellen, und die beiden andern Proben werden den Normalwerten, namentlich für die tieferwurzelnden Arten, näherkommen. Von allen untersuchten Böden des Gebietes haben wir hier den besten Typ vor uns, der sich unter mittleren Klimaverhältnissen und begünstigt durch den tiefgründigen, etwas wasserzügigen Schuttboden ausbilden und erhalten konnte. Es ist anzunehmen, daß die Bodenverhältnisse in den guten Buchenwäldern ähnlich sein werden.

Als Ganzes betrachtet ist das Gebiet der durchreisten Reußtäler ein Land der sauren Böden, die leicht zur Rohhumushäufung neigen, sobald die Neigung des Hanges dies zuläßt. Die Azidität der ungünstig entwickelten Böden ist in den Tief- und Hochlagen wenig verschieden. Diese Beschaffenheit der Böden bringt die allgemeine Verbreitung der azidiphilen Flora und Vegetation mit sich, die außerhalb des Kalkgebietes schon in den Anfangsgesellschaften vorwiegt und in den Schlußgesellschaften ganz allgemein herrscht, wenn wir vom Fagetum absehen, das die günstigeren Böden der Montanstufe (Braunerden) besiedelt. Infolge des für die Bodenbildung im allgemeinen ungünstigen Ausgangsmaterials tritt auch bei den günstigeren Bodenvarianten leicht eine Verschlechterung auf.

———

DIE UNTERSUCHUNG DER KLIMA-VERHÄLTNISSE IM ALBISGEBIET

von *Werner Lüdi* und *Volkmar Vareschi*

Herr W. A. Rietmann, der mit der pflanzengeographischen Durchforschung des Albisgebietes beschäftigt ist, plante in Verbindung mit seiner Arbeit auch die Ausführung von klimatischen Messungen. Er setzte sich mit dem Geobotanischen Forschungsinstitut Rübel in Verbindung, das sich gerne bereit erklärte, mitzuwirken, und in der Folge, da die Kontrolle und Verarbeitung der Ergebnisse für den einzelnen zu weit führte, die Untersuchungen übernahm.

Die Albiskette, ein Molasse-Hügelzug, der den untern Zürichsee auf der Westseite begleitet, also in nordsüdlicher Richtung verläuft, liegt in seiner ganzen Ausdehnung im Gebiete des Buchen-Weißtannen-Klimax, bildet somit ein einheitliches Vegetationsgebiet. Die beträchtlichen Unterschiede in der Höhenlage, der Exposition und der Zugänglichkeit für die Winde lassen merkliche Verschiedenheiten der Klimafaktoren erwarten, die an den durch ausgeprägte Sonnen- oder Schattenexposition und Steilheit der Hänge ausgezeichneten Örtlichkeiten ihre Extremwerte finden dürften und sich hier auch sichtlich in der Ausbildung der Vegetation ausdrücken. Indem diese Standorte mit extremen Lebensbedingungen vorerst beiseite gelassen wurden, sollte versucht werden, festzustellen, welche klimatischen Veränderungen oder Schwankungen bei flacher oder wenig geneigter Lage in den verschiedenen Höhen und Windexpositionen der allgemein morphologisch individualisierten Teile der Bergkette auftreten. Die einzelnen Stationen sollten über einem Boden liegen, der ursprünglich als Vegetation die Klimax-Gesellschaft getragen hatte, so daß die Ergebnisse der Messungen einen Beitrag zu der Veränderlichkeit der allgemeinen Klimafaktoren eines einheitlichen Vegetationsgebietes liefern konnten.

Wir gelangten dazu, sechs Stationen zu errichten, die sich in zwei Querprofilen, also in westöstlicher Richtung, über die Albiskette erstreckten. Das südliche, auf der Linie von Horgen nach Hausen liegende Querprofil umfaßt die Stationen Sihlwald, Albishorn, Albis-

brunn. Die beiden ersten Stationen sind in horizontaler Richtung rund 2500 Meter, die zweite und dritte 1500 Meter voneinander entfernt. Sihlwald, 480 Meter über Meer, liegt in dem engen, waldigen Tale der Sihl, die zwischen der eigentlichen Albiskette und dem wenig hohen Hügelzug längs des Zürichsees (Zimmerberg 630 m) nach Norden fließt. Die Beobachtungsstation liegt mitten im Talboden. Wir verdanken Herrn Stadtforstmeister K. Ritzler und Herrn Adjunkt P. Gugelmann die Förderung unserer Absichten. Die Messungen wurden durch Herrn A. Temperli ausgeführt. Die Station Albishorn liegt auf dem Grat der Albiskette in 910 Meter Höhe bei der Wirtschaft Albishorn. Der Pächter, Herr E. Albrecht, führt die Messungen aus. Die Station Albisbrunn befindet sich in der Anstalt Albisbrunn, deren Leitung ebenfalls die Ausführung der Messungen unterstützt, am westlichen Fuße der Albiskette, in 630 Meter Meereshöhe und in gegen Westen hin freier Lage. Sie wurde bis in den Herbst 1933 bedient von Herrn Dr. P. Moor, und seither von Herrn Gärtner A. Scheu.

Das zweite Profil ist neun Kilometer weiter nördlich gelegen und geht von Oberleimbach nach Stallikon mit den Stationen Oberleimbach, Medikon, Stallikon, die 1500 Meter, resp. 700 Meter voneinander entfernt sind. Die Station Oberleimbach liegt im Sihltal, das hier breiter und offener ist, als im Sihlwald, auf der nach Osten fallenden Abdachung am Fuße der Albiskette, in 460 Meter Meereshöhe, etwa 20 Meter über dem Sihlbett. Die Seeuferkette im Osten, die hier noch rund 500 Meter hoch ist, überragt somit die Station nur um Weniges. Die Ausführung der Messungen geschieht durch Herrn Oberlehrer J. Nater. Die Station Medikon ist auf dem breiten Rücken des Albis in 750 Meter Meereshöhe, im Gute der Familie Kracht, und wird bedient von Frau L. Pfeiffer. Und schließlich befindet sich die Station Stallikon im Dörfchen Stallikon, am Westfuße des Albis, in 560 Meter Meereshöhe. Hier hat die Reppisch ein wenig tiefes Tälchen eingeschnitten, so daß gegen Westen hin durch eine flache Höhe (ca. 630 m) ein leichter Windschutz vorhanden ist. Die Station wird von Herrn J. Oberholzer, Oberlehrer, besorgt.

In allen Stationen werden die Niederschläge bestimmt und an jedem Tag die Maximal- und Minimaltemperaturen im Schatten abgelesen. In Sihlwald und auf Albishorn wird außerdem die Sonnenscheindauer mit dem Sonnenscheinautographen aufgezeichnet. Dazu kommen allgemeine Angaben über Bewölkung, Nebel, Reifbildung

und die Windverhältnisse. Um die Wirbelbildung über dem Regenmesser und die dadurch bei heftigem Winde bedingten Fehler in der Niederschlagsmessung zu vermeiden, wurden die Regenmesser auf Albishorn und Medikergut mit Schutzring versehen (eine Art abgeänderter Nipherscher Trichter) und besonders kräftig gebaut. Die Temperaturmessung erfolgt mit Six-Thermometern, deren Fehler durch Eichung bestimmt worden sind. In Sihlwald bestand bereits eine Station der schweizerischen meteorologischen Zentralanstalt, die Niederschlags- und Temperaturmessungen ausführte. Die Temperaturmessungen geschahen dort bis Ende 1933 mit einem Thermographen, und die von uns benötigten Extremtemperaturen wurden den Thermogrammen entnommen. Zur Abrundung unseres Beobachtungsnetzes setzte die schweiz. meteorologische Zentralanstalt auf dem Ütliberg, nahe der Endstation der Bahn (815 m), 2500 Meter nördlich von Medikon gelegen, einen Regenmesser der gleichen Konstruktion ein, wie wir ihn auf unseren Gratstationen verwenden. Wir verdanken ihr dieses Entgegenkommen und insbesondere Herrn Dr. R. Billwiller seine liebenswürdige Beratung. Das verhältnismäßig dichte Netz von Regenmeßstationen, das die schweizerische Zentralanstalt in der näheren Umgebung unterhält, wird uns auch ermöglichen, unsere Profile seitlich auszudehnen.

Die Untersuchungen laufen jetzt anderthalb Jahre, und wir wollen im folgenden einige Ergebnisse dieser Beobachtungszeit kurz zusammengefaßt mitteilen. Die eingehende Darstellung müssen wir uns für später vorbehalten. Zugleich benutzen wir die Gelegenheit, allen Beobachtern für ihre sorgfältige und uneigennützige Mitarbeit bestens zu danken.

Niederschläge. Auf Abbildung 3 sind die monatlichen Niederschlagsmengen der sechs Stationen vom Juli 1932 bis Dezember 1933 zusammengestellt. Hinzugefügt wurde die Station Zürich der meteorologischen Zentralanstalt (493 m). Ganz ähnlich wie die Kurve von Zürich verläuft die des etwa sechs Kilometer weiter westlich gelegenen Ütliberges. Man sieht, wie die Niederschläge der einzelnen Stationen in den Monaten mit hohem Niederschlag sich stark differenzieren, wobei die Stationen des südlichen Profils bedeutend stärker nach oben rücken. Das geht noch besser aus den Jahressummen der einzelnen Stationen hervor. In den zwölf Monaten vom August 1932 bis Juli 1933 betrugen die Gesamtsummen:

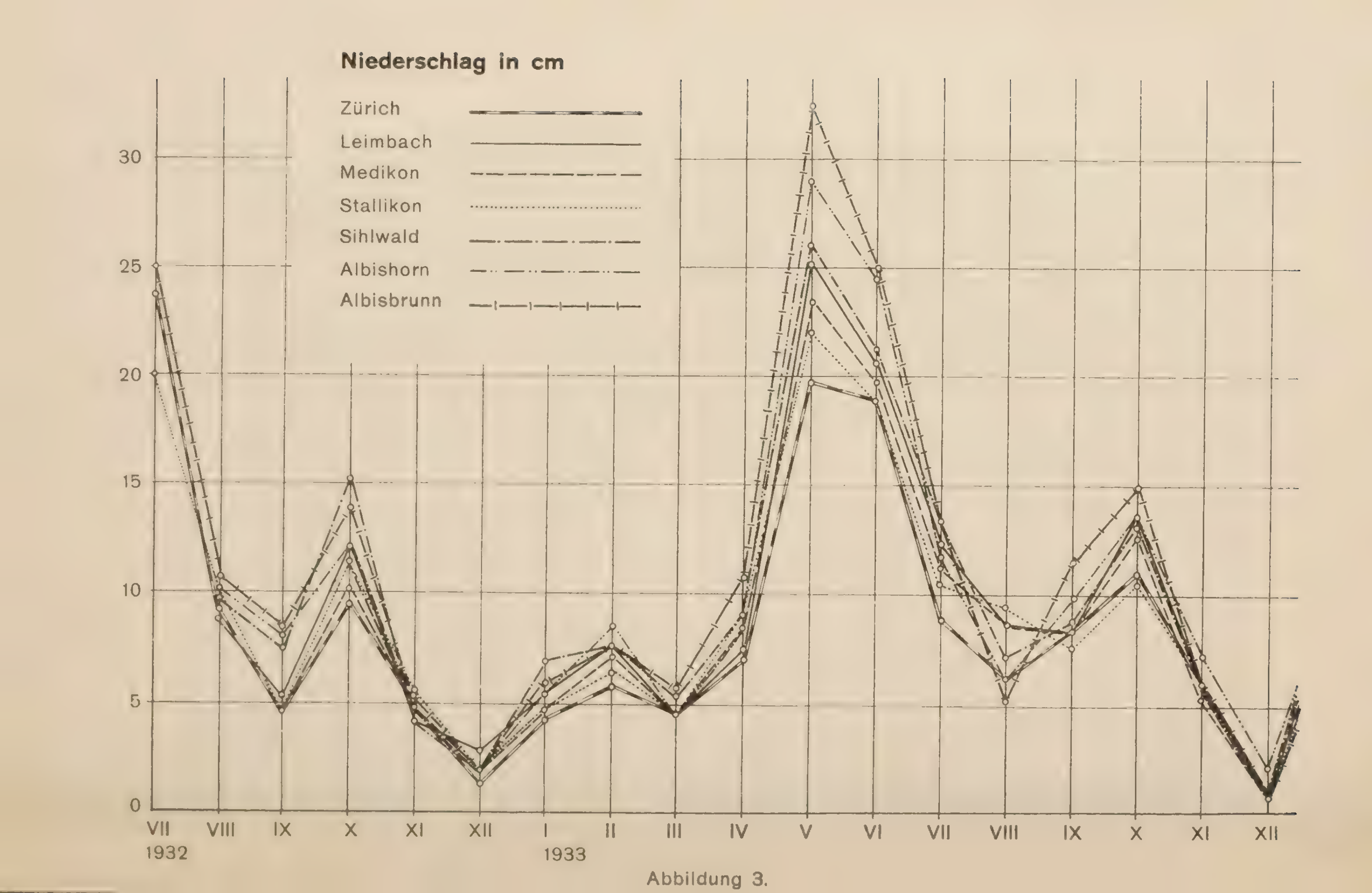

Niederschlag in cm
Zürich
Leimbach
Medikon
Stallikon
Sihlwald
Albishorn
Albisbrunn
30
25
20
15
10
5
0
VII
VIII
IX
X
XI
XII
I
II
III
IV
V
VI
VII
VIII
IX
X
XI
XII
1932
1933

Abbildung 3.

Albisbrunn	1406 mm	Stallikon	1107 mm	Ütliberg	1016 mm
Albishorn	1303 „	Medikon	1106 „	Zürich	990 „
Sihlwald	1290 „	Leimbach	1174 „		

Es ergibt sich ein ausgesprochener Abfall der Niederschläge in der Albiskette von Süden nach Norden, mit dem Minimum am Ütliberg. Dabei blieb die Niederschlagsmenge in dem angegebenen Jahre für Zürich um 157 mm hinter dem langjährigen Mittel, das Maurer, Billwiller und Heß veröffentlicht haben, zurück. Auffallend ist die große Verschiedenheit der beiden am Westfuße der Albiskette gelegenen Stationen Stallikon und Albisbrunn, sowohl in den absoluten Werten, als auch im Vergleich mit den übrigen Stationen der zugehörigen Profile. Albisbrunn hat absolut genommen die höchsten Niederschläge, Stallikon, wenn wir die übrigen, bisher beobachteten Monate hinzuzählen, die niedrigsten. Die Erklärung kann nur zum Teil darin liegen, daß Albisbrunn gegen die regenbringenden Westwinde freiliegt, Stallikon dagegen bereits im Regenschatten des vorgelagerten Hügels, da das nahe, aber bedeutend höher gelegene Medikergut annähernd die gleichen Werte aufweist, wie Stallikon. Die verhältnismäßig große Regenarmut der Gratstationen ist hervorzuheben. Innerhalb der einzelnen Monate kann das gegenseitige Verhältnis der Niederschlagswerte bei den verschiedenen Stationen stark wechseln, was durch strichweise erfolgende Niederschläge, besonders bei Gewittern, bewirkt wird.

Sonnenscheindauer. Die Gesamtwerte der zwölf Monate vom August 1932 bis zum Juli 1933 ergeben für die drei Stationen Albishorn, Sihlwald und Zürich folgende Summen:

Albishorn	1591	Stunden
Sihlwald	1289	„
Zürich	1686	„

Sihlwald bleibt in der Zahl der Sonnenscheinstunden in jedem Monat hinter Albishorn zurück (Abb. 4). Dies ist in erster Linie eine Folge des beschränkteren Horizontes. In Abbildung 5 ist die Verteilung der Sonnenscheinstunden auf die einzelnen Tagesstunden für die beiden Stationen des Albis während der Monate August bis Dezember 1932 graphisch dargestellt. Man kann aus ihr ersehen, daß in den Monaten August und September die Strahlung der Sonne in Albishorn bis zu zwei Stunden früher einsetzt als in Sihlwald, und ebenso in den

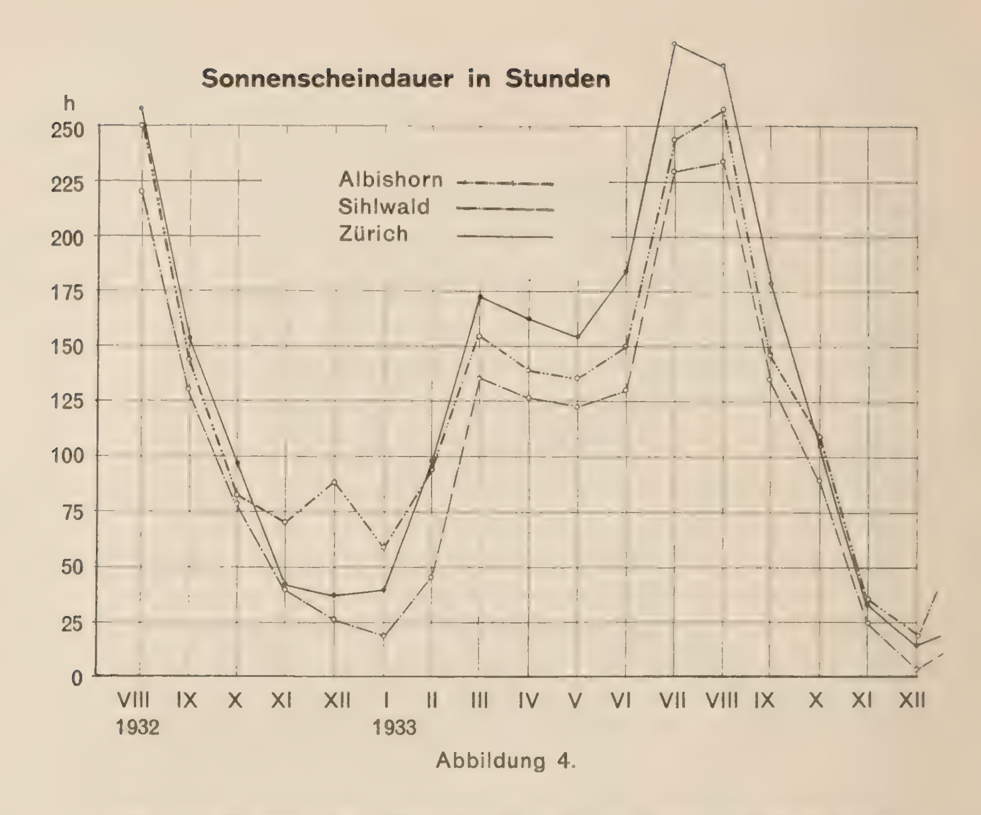


Abbildung 4.

Monaten September bis Dezember bis zu einer Stunde länger dauert. Die bedeutenderen Unterschiede in der Zahl der Sonnenscheinstunden (Abb. 4) während der Wintermonate November bis Februar beruhen dagegen darauf, daß in Albishorn eine wesentlich größere Nebelfreiheit herrscht als in Sihlwald. Die zum Vergleiche eingezeichnete Station Zürich schließt sich hier eher an Sihlwald an, zeichnet sich aber im Sommer durch eine bedeutend größere Sonnenscheindauer aus, wohl im Zusammenhang mit geringerer Bedeckung, die auch in der weit geringeren Niederschlagsbildung ihren Ausdruck findet. Bemerkenswert ist die tiefe Einsenkung der Kurven in den Monaten Mai und Juni, also in Monaten mit den längsten Tagen, in welche hinein die hohen Maxima der Niederschlagskurven dieses abnorm stark bedeckten und niederschlagsreichen Vorsommers fallen.

Die Darstellung der Verteilung der Sonnenscheindauer auf die einzelnen Tagesstunden (Abb. 5) zeigt ferner, daß die Sonne in den

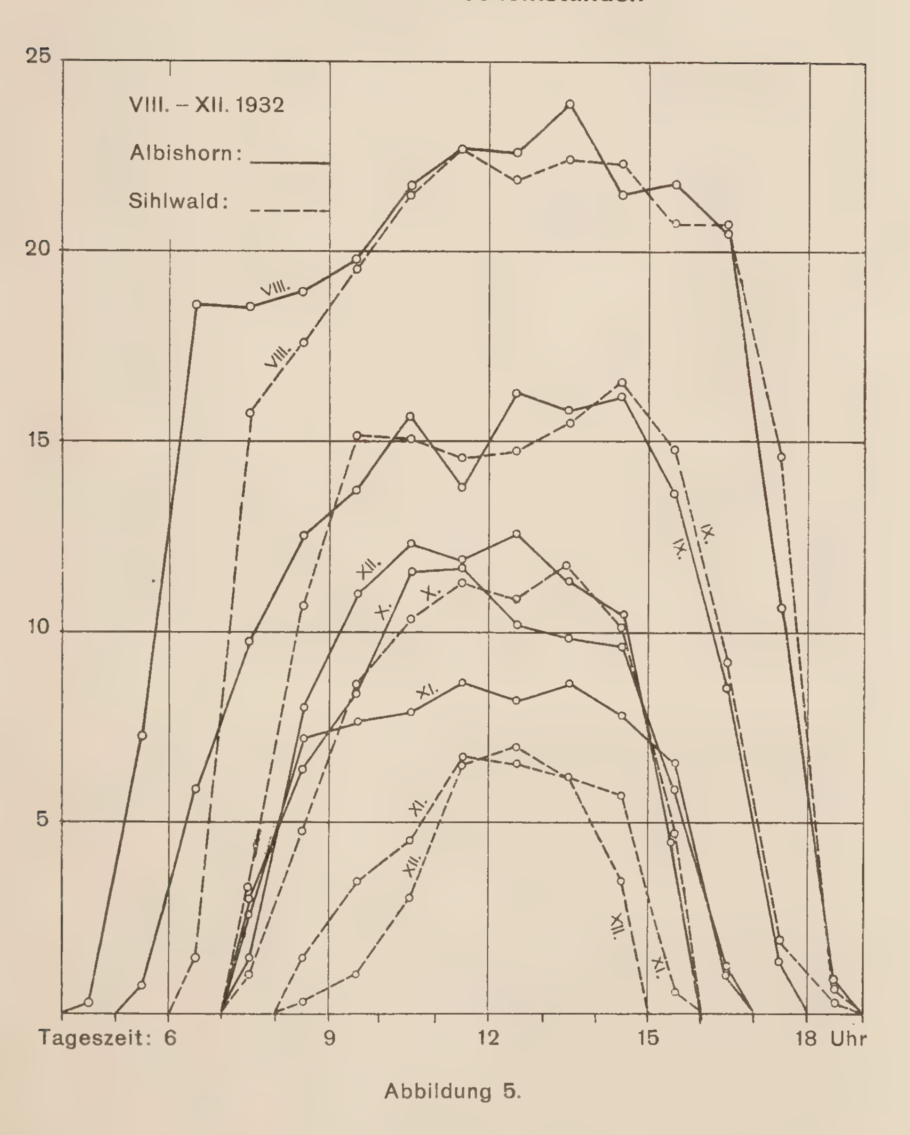

Zahl der Sonnenscheinstunden
VIII. – XII. 1932
Albishorn:
Sihlwald:
25
20
15
10
5
VIII.
VIII.
IX.
IX.
X.
X.
XI.
XI.
XI.
XII.
XII.
XII.
Tageszeit: 6
9
12
15
18 Uhr

Abbildung 5.

ersten zwei Stunden nach Sonnenaufgang und in den letzten zwei Stunden vor Sonnenuntergang vorwiegend verdeckt ist und am häufigsten um Mittag scheint. Wir sehen in diesen Kurvenbildern auch den Abfall der Sonnenscheindauer vom Sommer gegen den Winter hin, sowohl in zeitlicher Einengung als auch in der Gesamtzahl der Stunden. Bis zum Oktober verhalten sich die beiden Stationen gleichartig; in den folgenden Monaten fällt die Kurve für Sihlwald weiterhin gleichmäßig ab, während sich für Albishorn der Abfall verlangsamt und im Monat der kürzesten Tage die Werte sogar wieder ansteigen. Der Winter 1933/1934 hat sich hier übrigens anders verhalten, indem die Monate November und Dezember für beide Stationen eine außerordentlich geringe Sonnenscheindauer anzeigten, während Albishorn im Januar einen ausgeprägten Anstieg nimmt.

Extremtemperaturen. Wir haben die monatlichen Mittel der Extremtemperaturen für die Monate August 1932 bis Dezember 1933 graphisch dargestellt (Abb. 6). Dabei fehlen für den August 1932 der Wert von Medikon, wo die Station um diese Zeit noch nicht fertig eingerichtet war und für Dezember 1932 und Januar 1933 die Werte von Albisbrunn und Albishorn, deren Messungen infolge Defektwerdens der Thermometer teilweise unbrauchbar waren.

Die Kurven verlaufen in einem Maximum- und einem Minimumbündel im allgemeinen parallel, wobei innerhalb der Bündel eine Streuung vorhanden ist, die sich um 5° herum bewegt. Doch kommen innerhalb der Bündel charakteristische Überschneidungen vor, über deren Gesetzmäßigkeit sich erst nach mehrjährigen Beobachtungen etwas aussagen läßt. Man ist zum Beispiel geneigt, das Einsinken der Minimumkurve von Albishorn im Mai und Juni mit der ungünstigen Witterung dieser Monate, welche die rauhen Gratlagen besonders betreffen muß, in Zusammenhang zu bringen. Auffallend ist das starke Auseinanderrücken der Bündel der Maxima und der Minima im Sommer. Die Station Leimbach zeichnet sich dadurch aus, daß sie sowohl die höchsten Maxima als auch die tiefsten Minima enthält, mithin die größten Schwankungen aufweist. Dies gilt für die mittleren wie für die absoluten Extreme, die während der Beobachtungszeit für Leimbach +34° und −16° betragen, also eine Spanne von 50° umfassen.

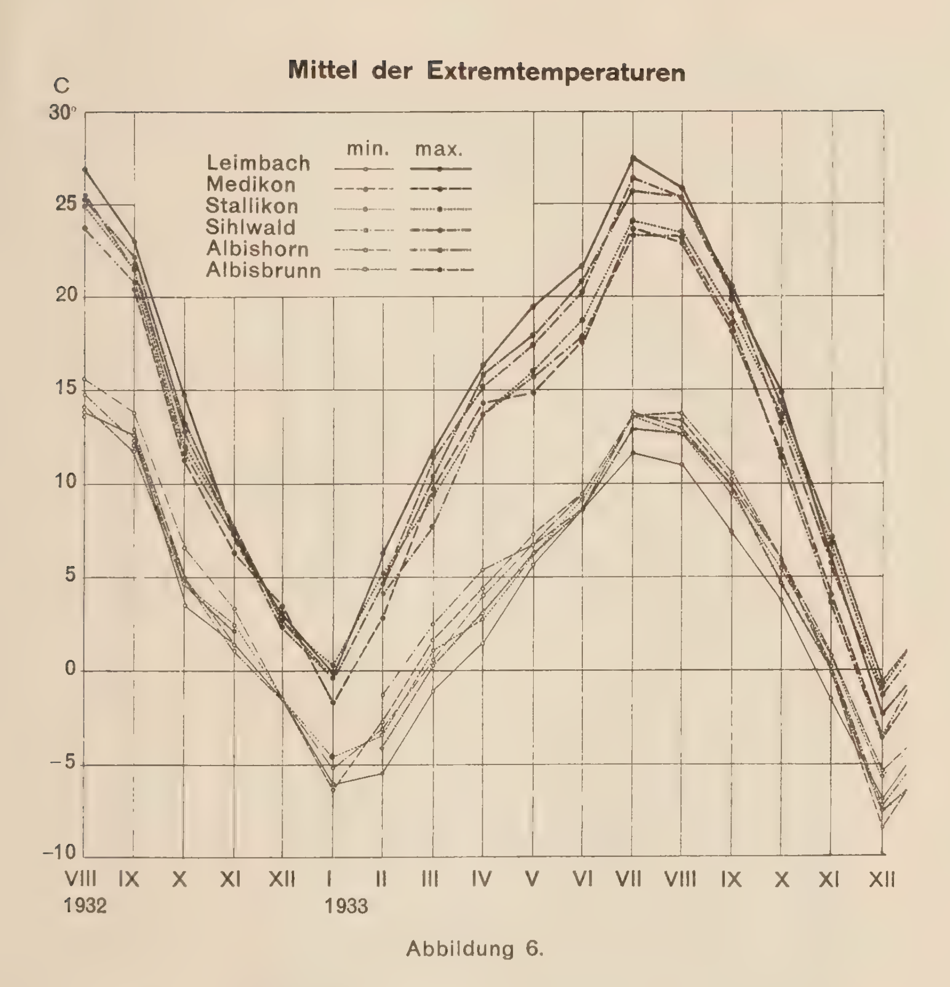


Abbildung 6.

Innerhalb einzelner Monate betragen die extremen Schwankungen für Leimbach im Februar 1933 —16° und +16°, im Mai 0° und +28°, im Juli +5° und +34°. Die Extremschwankungen der Höhenstationen erscheinen im Sommer eher geringer als die der Talstationen, unter denen sich Stallikon am günstigsten erweist. Im Winter sind die Schwankungen als Ganzes und die Unterschiede zwischen den verschiedenen Stationen viel geringer. Wir bringen die Werte für die Monate Juli und Dezember 1933.

Ort	Juli		Dezember	
	mittlere Schwankung in Grad	extreme Schwankung in Grad	mittlere Schwankung in Grad	extreme Schwankung in Grad
Albisbrunn	12,8	24,5	5,8	19
Albishorn	9,7	24	3,6	19
Sihlwald	12,4	26	4,1	16
Stallikon	10,3	22	4,4	19
Medikon	10,0	21,5	4,7	19,5
Leimbach	15,7	29	4,4	19

Obschon wir mit unsern Untersuchungen nicht die mittleren Temperaturwerte, sondern in erster Linie die Extreme als Einzelwerte oder für kürzere Zeitperioden feststellen wollen, dürfte es nicht ohne Interesse sein, auch die mittleren jährlichen Extreme kennen zu lernen. Wir haben dies für die Zeit vom Februar 1933 bis Januar 1934, bis jetzt die einzige lückenlose Jahresperiode, ausgeführt. Die nebenstehenden Ergebnisse zeigen Leimbach wieder mit den extremen Werten, während die beiden Höhenstationen die niedrigsten Maximawerte und verhältnismäßig hohe Minimawerte aufweisen.

	Albisbrunn	Albishorn	Sihlwald	Stallikon	Medikon	Leimbach
Mittl. jährl. Maximum	13,5	11,6	13,3	12,8	11,4	14,0
Mittl. jährl. Minimum	3,6	4,5	4,4	4,1	4,1	2,6

Die mitgeteilten Ergebnisse zeigen für das kleine und einheitliche Gebiet ganz bedeutende Unterschiede der klimatischen Hauptfaktoren an, ergeben aber zugleich auch die Notwendigkeit, die Beobachtungen noch weiter fortzusetzen, bevor eine richtige Auswertung erfolgen kann, da die einzelnen Jahre nicht nur als solche, sondern auch im Verhalten der einzelnen Stationen gegeneinander in ihren klimatischen Werten beträchtliche Unterschiede aufweisen.

MEERESHÖHE, KONTINENTALITÄT UND EPIXYLENVERBREITUNG
(EPIXYLENSTUDIEN I)

Von *Volkmar Vareschi*

Eine Art besiedelt einen bestimmten Bezirk nur dann, wenn ihre erbliche Konstitution, ihre Einwanderungsgeschichte, ihre Verbreitungsmittel, die Konkurrenzverhältnisse, das Klima und die Bodenbedingungen es gestatten. Bei Epiphyten spielt zudem das Vorhandensein oder Fehlen eines geeigneten Wurzelortes (in diesem Fall einer geeigneten Trägerpflanze) eine wichtige Rolle. Der Verwendung einer Art als Klimazeiger liegt die Anschauung zugrunde, daß für diese Art von allen für ihr Vorkommen maßgebenden Faktoren gerade das Klima am meisten ausschlaggebend ist, während die andern Faktoren in den Hintergrund treten. Um zu entscheiden, ob dies für eine bestimmte Art (oder Artgruppe, Lebensform usw.) zutrifft, müßten alle diese Bedingungen bekannt sein.

Für Bodenpflanzen sind viele dieser Faktoren meist recht schwer zu ermitteln. Bei den kryptogamen Epixylen jedoch liegen die Verhältnisse viel günstiger. Die Verbreitungsmittel (Wind, Vögel) und die Verbreitungsmöglichkeiten durch die enormen Mengen von Sporen, Brutkörpern, regenerationsfähigen Thallusstücken usw. setzen innerhalb der Alpen für Epixylen kaum Grenzen. Nach diesem Faktor müßten unsere kryptogamen Epixylen über das ganze Gebiet gleichmäßig verbreitet sein. Die Konkurrenz anderer Arten ist bei den immer neu erstehenden Standorten — den Bäumen — nur in Ausnahmefällen gefährlich, und das Vorhandensein oder Fehlen der Trägerpflanzen ist leicht zu konstatieren. Besonders interessant ist, daß auch der Wurzelort, hier die Eigenschaften der Rinde, wenn man sich an eine und dieselbe Trägerpflanze hält, sich auf weite Strecken hin gleich bleibt. Fichtenrinde zum Beispiel hat — abgesehen vom Staubanflug von Straßen, von Vogelmiststellen usw. — überall dieselben Eigenschaften, wo die Fichte auch wachsen mag. So bleibt als der weitaus am entschiedensten begrenzende Faktor der Epixylenverbreitung das Klima übrig.

Das Klima selbst ist wieder ein komplexer Faktor, dessen Komponenten auf die Verbreitung der Epixylen in den Alpen verschieden stark einwirken. Aus der Ökologie der Rindenflechten geht a priori hervor, daß unter allen Klimafaktoren die Menge der Niederschläge, die Temperatur und die Nebelhäufigkeit die größte Wirkung haben. Da in den Alpen diese drei Faktoren weitgehend mit der Meereshöhe in Beziehung stehen, müßte auch diese berücksichtigt werden. Entscheidend sind dabei als Epixylen fördernd: Die mit der Meereshöhe wachsende Luftfeuchtigkeit, die stärkeren Niederschläge, die häufigeren Sommernebel und die größeren Schneemassen (als Wasserreservoir, Staubfänger und Frostschutz wichtig), und als hemmend die abnehmende Schattentemperatur, das Schneegebläse, die hohen Temperaturmaxima in der Sonne und die Baumgrenze.

Nach meinen Studien im Nordtirol weisen folgende Verbreitungstatsachen auf direkte Beziehungen zur Meereshöhe hin: *Usnea dasypoga* kommt vom Inntalgrund bis zur Waldgrenze vor. Dabei nimmt sie an Häufigkeit und Massenentwicklung zu und wird immer weniger wählerisch in bezug auf die Art der Trägerpflanze. *Usnea longissima* fehlt bis etwa 1400 m; darüber ist sie bis zur Waldgrenze gleichmäßig verbreitet. Einige häufige Epixylen nehmen gegen die Waldgrenze stark zu, gehen dann aber als Epipetren weit über sie hinaus. Hierher gehören: *Nephroma laevigata*, *Parmelia physodes* und *furfuracea*, *Cetraria islandica*, *Ptilidium pulcherrimum*' *Radula complanata* und *Frullania dilatata*. *Cetraria islandica* fehlt im Karwendel bis ca. 800 m. Darüber tritt sie zuerst als Bodenpflanze auf und erst oberhalb 1200 m auch epixyl. In der Zone ihrer maximalen Ausbreitung auf verschiedenen Substraten (1800—2000 m) besiedelt sie sogar die Stämme von jungen Birken und aufrechten Bergföhren, die aus verschiedenen Gründen ungünstige Epixylenstandorte sind. *Frullania tamarisci* ist im Talgrund epixyl; aber schon von 800 m an wächst sie nur mehr an Gestein und steigt dann bis 2300 m[1]). In höhern Lagen tritt dieser Wechsel von der epixylen zur epipetren Lebensweise häufig auf. Besonders häufig im Urgebirge, weil die Epixylen dort auf dem Erdboden ähnliche Aziditätsgrade, wie auf den Rinden vorfinden. Im Kalkgebiet dagegen ist ein größerer Aziditätsunterschied zu überbrücken und die Abwanderung auf den Erdboden daher seltener.

---

[1]) Nach Dalla Torre und Sarnthein: Flora von Tirol, Bd. V, Innsbruck, Wagner, 1904.

Um für ein kleineres Gebiet den Einfluß der Meereshöhe zu studieren, versuchte ich meine in den Jahren 1928—31 gesammelten, sehr eingehenden Epixylenaufnahmen aus dem Karwendel statistisch auszuwerten. Es wurden dabei die mittleren Deckungsprozente der epixylen Vegetation, bezogen auf den Hauptstamm der Trägerpflanze, von 1 bis 3 m über dem Boden berechnet und dann für jede Art der Trägerpflanzen gesondert zur Meereshöhe in Beziehung gebracht (s. Fig. 7).

Je nach der Trägerpflanze nimmt der Epixylenbehang mit der Meereshöhe langsam *(Abies!)* oder rascher *(Acer!)*, ungleichmäßig *(Pinus, Picea!)* oder gleichmäßig *(Larix!)* zu. *Taxus* trägt unter 950 m überhaupt keine Epixylen, darüber fast nur *Frullania dilatata. Pinus mugo-arborea* hat bis 1400 m nur einen Anflug von *Parmeliopsis*-Arten, erst über dieser Linie kommt durch die Ansiedlung von *Cladonia pyxidata*, *Cetraria islandica*, *Parmelia*- und *Usnea*-Arten ein langsamer Anstieg der Kurve zustande. Keine der *Pinus*-arten hat im Karwendel über 20% ihres Stammes bewachsen. Die hohen Deckungsprozente bei *Acer* werden von den andern Laubbäumen des Karwendels nicht erreicht. *Picea* hat in höheren Lagen neben den Arten der Gattung *Usnea* und *Parmelia* auffallend viel Laubbaumepixylen, wie *Radula complanata*, *Nephroma laevigata* u. a. Diese Kurven machen den Eindruck einer deutlichen Relation zwischen Epixylenbehang und Meereshöhe. Sie gelten jedoch nur für ein kleines Gebiet. Sobald man Trägerpflanzen aus verschiedenen Klimabezirken in bezug auf ihren Epixylenbehang vergleicht, wird der Einfluß der Meereshöhe verwischt. Die Meereshöhe ist in diesem Falle nur eine Teilkomponente des wirklich bestimmenden Faktors, des Klimacharakters.

Von den verschiedenen Möglichkeiten, diesen Klimacharakter zu erfassen, wählte ich die von Gams[1]) dargestellte hygrische Kontinentalität. Sie beruht auf den beiden für die Epixylen wichtigsten Faktoren Meereshöhe und Niederschlagsmenge. Der Kontinentalitätsgrad eines Ortes ergibt sich aus der Formel

$$\cot K = \frac{\text{Jahressumme der Niederschläge in mm}}{\text{Meereshöhe in Meter}}$$

[1]) Gams, H.: Die Waldklimate der Schweizeralpen, ihre Darstellung und ihre Geschichte. Verh. Naturf. Ges. Basel 35, 1923.

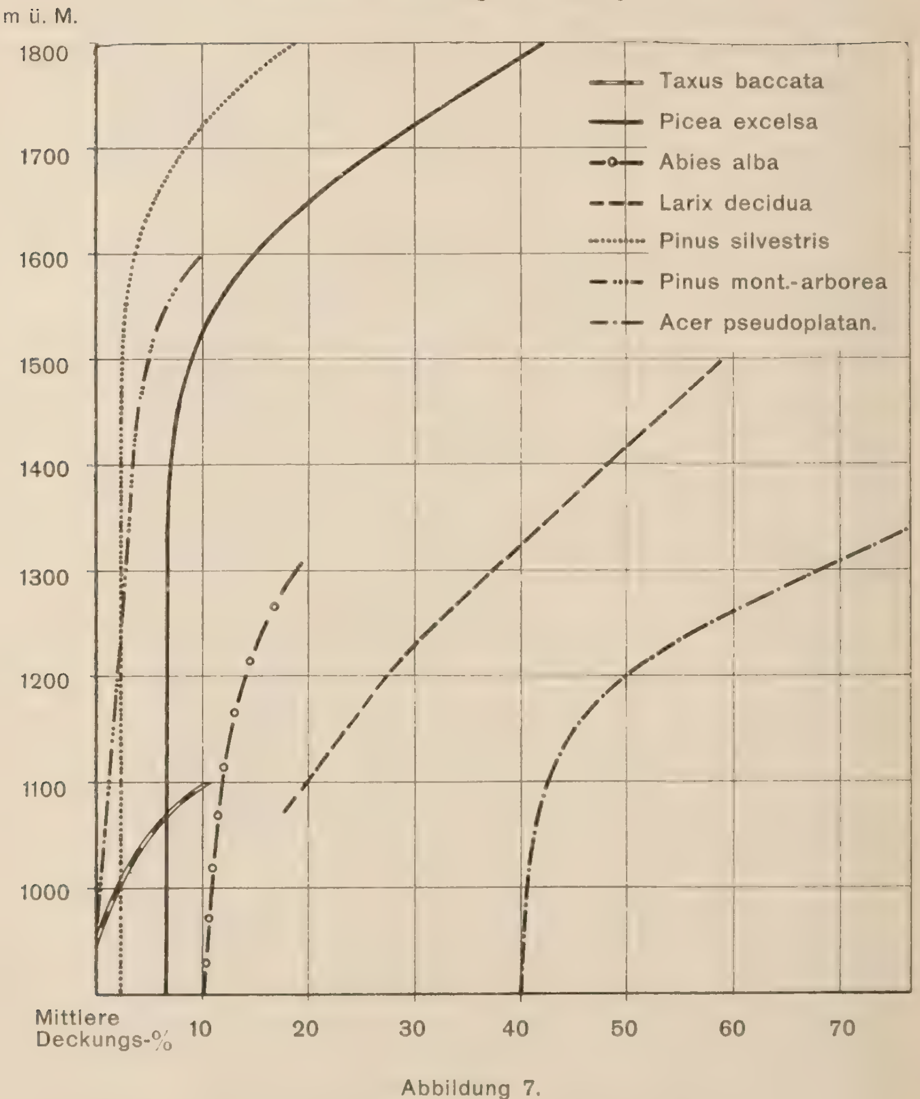


Abbildung 7.

Beziehung zwischen Meereshöhe und Massenentwicklung des Epixylenbehangs im Karwendel.

Die von Gams[1]) nach den Linien gleicher hygrischer Kontinentalität (Isepiren) gezeichnete Karte der Alpen zeigt eine breite Zone starker Kontinentalität (< $K = 50—70^{\circ}$) über den Zentralalpen, die im Norden und Süden von zwei ozeanischeren Zonen begleitet wird. Tatsächlich fehlen in dieser zentralen Zone viele Arten, die in den Randgebieten vorkommen. Manche Arten fruktifizieren in dieser kontinentalen Zone, auch wenn sie häufig auftreten, nur selten (*Letharia vulpina, Usnea microcarpa* usw.), und schließlich siedeln manche Arten, die in den Randgebirgen epixyl leben, in den Zentralalpen auf Gestein über, wo sie im kontinentalen Gebiet ein ozeanischeres Mikroklima finden, als es Stamm und Geäst eines Baumes bieten. *(Alectoria bicolor, Evernia prunastri, Cetraria glauca, Parmelia caperata, fuliginosa, terebrata.)*

Um in dieser für die Epixylenverbreitung wichtigen Frage über Stichproben wie die angeführten hinauszukommen, bereiste ich in Tirol, unterstützt durch eine Subvention meines Onkels, Herrn Paul Vareschi, dem ich an dieser Stelle herzlichst danken möchte, Orte mit besonders scharf ausgeprägtem Klimacharakter. 1. Ried im Oberinntal, das zur großen Unterengadiner Kontinentalitätszone gehört; der Kontinentalitätswinkel wurde auf 63° berechnet. Die untersuchten Wälder liegen 950 m ü. M. 2. Kufstein ($K = 27^{\circ}$, Wälder bei 900 m) mit stark ozeanischem Klima am Nordrand der Alpen, wo der Inn die deutsche Reichsgrenze passiert. 3. Oberbozen ($K = 49^{\circ}$, Wälder bei 1000 m) bei Bozen in Südtirol. 4. Oberstes Isartal im Karwendelgebirge. Hier wurden nur die Wälder der Talsohle (1050—1100 m) verwendet und die mittlere Kontinentalität auf ca. 36° bestimmt. Später wurden diese Aufnahmen durch solche aus dem Massatal bei Brig ($K = 54^{\circ}$, 1000 m) und aus Bregenz (Weiße Reutte, Pfändergebiet, $K = 18^{\circ}$, 900 m) ergänzt. An diesen sorgfältig ausgewählten Orten suchte ich nach Möglichkeit geschlossene, schlagreife Wälder auf wenig oder nicht geneigtem Boden auf, um vergleichbare Aufnahmen zu erhalten. Bei den Aufnahmen selbst wurden die Deckungsprozente der gesamten Epixylenvegetation und dann jeder Art für die einzelnen Bäume geschätzt. In dieser Übersicht sollen jedoch von allen festgestellten Daten nur die Deckungsprozente der

[1]) **Gams, H.: Die klimatische Begrenzung von Pflanzenarealen und die Verteilung der hygrischen Kontinentalität in den Alpen. Zschr. Ges. f. Erdkunde 1931/32.**

gesamten Epixylenvegetation Verwendung finden. Der für die einzelnen Orte mit bestimmter Kontinentalität aus einer großen, bearbeiteten Stammzahl sich ergebende mittlere Deckungsgrad wurde für die betreffende Trägerpflanzenart in einer Kurve dargestellt (Fig. 8).

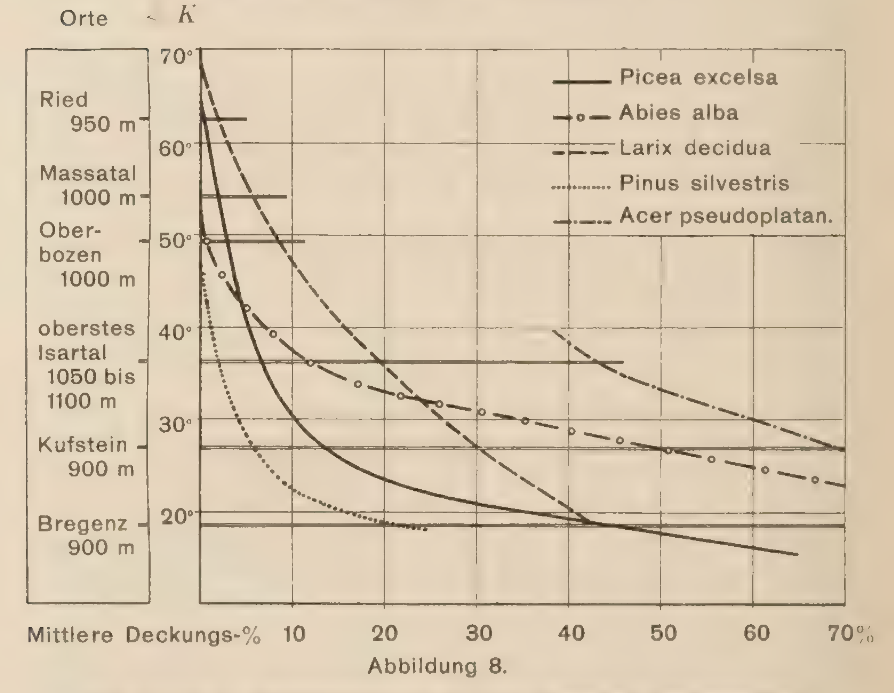


Abbildung 8.

Abhängigkeit des Epixylenbehanges von der hygrischen Kontinentalität.

Ganz allgemein läßt sich eine Zunahme des Epixylenbehangs bei Abnahme des Kontinentalitätsgrades feststellen. Dann ergibt sich aus den wagrechten Strichen bei den einzelnen untersuchten Orten ein „Querschnitt" (doppelte Linien bei Fig. 8!) durch die ihm entsprechende Entwicklung der Epixylen. In den großen Lärchenwäldern bei Ried ($K = 63°$) erreicht der Epixylenbehang nur wenige Prozente, bei Lärchen — wohl wegen der günstigeren Lichtverhältnisse — etwas mehr als bei Fichten. Im Massatal haben dieselben Bäume schon etwas mehr Rindenhafter. In Oberbozen hat die Tanne zum erstenmal einen

Epixylenanflug. Die Angaben aus dem Karwendel stammen alle vom Talgrund des obersten Isartales zwischen 1050 und 1150 m. Bei seinem Kontinentalitätsgrad sind zum erstenmal alle Trägerpflanzen besiedelt, sogar die Föhre. Fichte hat immer noch wenig, Tanne und Lärche schon viele und der Bergahorn von Anfang seines Auftretens an ca. 40% mittlerer Deckung. Bei der schwachen Kontinentalität von Kufstein ($K = 27^o$) ändert sich die Stellung der Trägerpflanzen wiederum: Die Tanne hat nun — trotz der ungünstigeren Lichtverhältnisse — mehr Epixylen als die Lärche, was wohl hauptsächlich auf die Zunahme der Moose auf *Abies* und die Abnahme der Flechten auf *Larix* zurückzuführen ist. Kufstein ist der ozeanischste Ort in Tirol. Darüber hinaus geht nur noch der „Querschnitt" von Bregenz ($K = 18^o$). Hier haben Fichte und Lärche ungefähr gleich dichten Behang und die Nadelhölzer rücken in der Dichte der Bewachsung nahe an die Laubhölzer (hier durch *Acer pseudoplatanus* vertreten) heran.

In Figur 7 und 8 wurde als Ausdruck der Reaktion der Rindenhafter auf die Umweltbedingungen einfach die Gesamtdeckung der Epixylen angegeben. Obwohl diese Gesamtdeckung die Unterschiede zwischen dem Behang kontinentaler und ozeanischer Wälder schon sehr deutlich zeigt, gibt sie doch die Reaktion der epixylen Vegetation nur sehr grob wieder. Noch deutlicher werden diese Unterschiede, wenn man die Zusammensetzung der Rindenhafter darstellt (Fig. 9!).

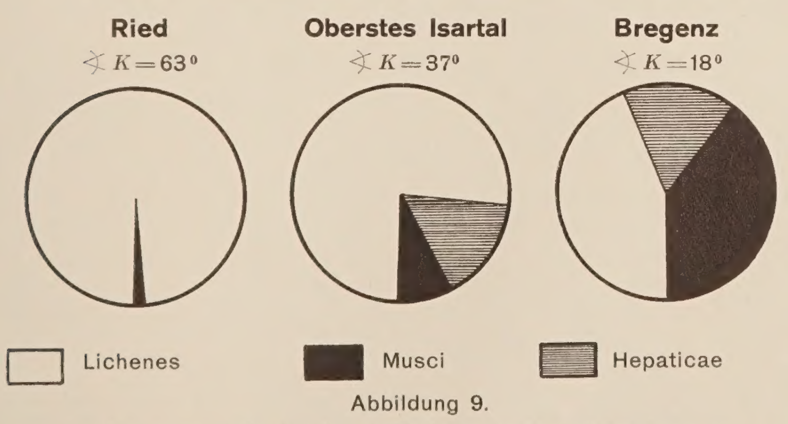


Abbildung 9.

Der prozentuale Anteil von Flechten, Laub- und Lebermoosen an der epixylen Vegetation von drei Orten mit verschiedener Kontinentalität.

In Ried fehlen die Lebermoose. Die Hauptmasse der Epixylen sind *Parmeliaceen* und *Pertusariaceen.* Von Moosen nur *Orthotrichum*-Arten und an zwei Lärchen die sonst nur epipetre *Hedwigia albicans*[1]). Die Epixylen schließen sich noch nirgends zu soziologisch faßbaren Pflanzenvereinen zusammen. Man hat den Eindruck, sie kämen über die Stufe einer „Pioniervegetation“ nicht hinaus. Im obersten Isartal ist der Prozentsatz an Flechten schon sehr auf Kosten der Laub- und noch mehr der Lebermoose zurückgegangen. Eine große Zahl von immer wiederkehrenden Pflanzenvereinen werden gebildet. Als führende Flechtengattungen kommen *Arthonia*, *Graphis*, *Lecidea*, *Collema*, *Lobaria*, *Nephroma*, *Pertusaria*, *Lecanora*, *Parmelia*, *Letharia* und *Usnea* in Betracht. Von Moosen erlangen die *Hypnaceen* und *Orthotrichaceen*, von Lebermoosen die Gattungen *Ptilidium*, *Radula* und *Frullania* Bedeutung. In Bregenz endlich überwiegen die Moose. Charakteristisch ist hier das Hervortreten der Gattung *Neckera* bei den Laubmoosen und *Metzgeria* bei den Lebermoosen.

[1]) Für diese und einige andere Bestimmungen bin ich Herrn Meylan (Ste-Croix) und Herrn Dr. E. Frey (Bern) sehr zu Dank verpflichtet.



